Phys. G. 377/3 Ritter

<36612652210011

<36612652210011

Bayer. Staatsbibliothek

Phys. sp. 377 m̄

R

# Physisch - Chemische

# Abhandlungen

in

chronologischer Folge

von

J. W. Ritter.

Bayerische Staats-Bibliothek München

Dritter Band.

Mit Kupfern.

Leipzig,
bey C. H. Reclam.
1806.

Bayerische Staatsbibliothek München

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seinen Freunden

J. G. Geissler

und

E. F. von Schlotheim

in

Erinnerung gemeinschaftlich genossener Tage

dankbar

der Verfasser.

Physisch - Chemische

# Abhandlungen.

Dritter Band.

# Inhalt.


XXV. Versuche mit einer Voltaischen Zink - Kupfer - Batterie von 600 Lagen, angestellt zu Gotha im Januar und Februar 1802; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. XIII. S. 1 — 72 und S. 265 — 283. Seite 1 — 94.

XXVI. Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus; als erste Fortsetzung des Aufsatzes in Voigt's Magagazin u. s. w., B. IV. S. 575—661 (= No. XXIII. dieser Abhandlungen); — in demselben Magazin, B. VI. S. 97 — 129 und S. 181 — 215. S. 95 — 157.

XXVII. Schreiben an L. W. Gilbert vom 22 August 1803; — in dessen Annalen der Physik, B. XV. S. 106 — 110. S. 158 — 163.

XXVIII. Einiges über Nordlichter und deren Perioden, und über den Zusammenhang des Nordlichts mit dem Magnetismus, und des Magnetismus mit den Feuerkugeln, dem Blitze und der Electricität; — ein Schreiben an L. W. Gilbert, in dessen Annalen der Physik, B. XV. S. 206 — 226. S. 164 — 186.

XXIX. Ueber Feuerkugeln und Meteorsteine, die Perioden ihrer Erscheinung, das Verhältnifs beyder zu einander in den verschiedenen Seiten letzterer, die Uebereinstimmung dieser Perioden mit denen der Nordlichter und Gewitter, und den daraus hervorgehenden tellurischen Ursprung der gefallenen Stein - und Eisenmassen, nebst Bemerkungen über andere hierher gehörige Gegenstände; — ein Schreiben an L. W. Gilbert, (ausgezogen in dessen Annalen der Physik, B. XVI. S. 221 — 241.) S. 187 — 216.

XXX. Neue Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus. In Briefen an L. W Gilbert. Erster Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. XVI. S. 293 — 335. S. 219 — 261.

XXXI. Dictate aus Vorlesungen über den Galvanismus, gehalten zu Jena im Winter 1803 bis 1804. Erster Theil. Die Einfache Kette. Seite 262 — 307.

XXXII. Galvanische Beobachtungen während der Sonnenfinsterniſs vom 11ten Februar 1804; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. VII. S. 175 — 179. S. 308 — 312.

XXXIII. Anmerkungen zu einem Schreiben J. G. Steinhäuser's an den Herausgeber, über magnetische Gegenstände; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. VIII. S. 508 — 522. S. 313 — 325.

XXXIV. Anmerkungen zu einem Schreiben H. C. Oersted's an den Herausgeber, akustische Gegenstände in electrischer Hinsicht betreffend; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. IX. S. 33 — 47. S. 326 — 339.

XXXV. Schreiben an J. B. Richter, über verschiedene galvanisch - chemische Gegenstände; — in Gehlen's Neuem Allgemeinem Journal der Chemie, B. III. S. 561 — 563. S. 340 — 343.

XXXVI. Neue Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus. In Briefen an L. W. Gilbert. Zweyter Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. XIX. S. 1 — 44. S. 344 — 388.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

# XXV.

## Versuche mit einer Voltaischen Zink-Kupfer-Batterie von 600 Lagen, angestellt zu Gotha im Januar und Februar 1802; — in Gilbert's Annalen der Physik. B. XIII. S. 1 — 72. und S. 265 — 283.

### Inhalt.

Entstehung dieser Versuche — Vorzüglicher Gegenstand: die ausserordentliche Geschwindigkeit, mit welcher grosse electrische Batterieen von galvanischen zu gleicher Spannung mit ihnen geladen werden — Electrische Batterie dazu — Electrometer — Galvanische Batterie — Ladung jener durch diese — Ladungsschlag — Entladungsschlag ersterer nach ihrer Trennung von der galvanischen — Jener stärker als dieser — Gleichheit des Ladungsschlages, wo auch der Kreis beyder Batterieen geschlossen werde — Ladungsfunke — Entladungsfunke ersterer — Dieser grösser als jener — — Gleichheit des Ladungsfunkens, wo auch der Kreis beyder Batterieen geschlossen werde — Gleichheit des Entladungsfunkens, man habe momentan oder bis zu ganzen Stunden verbunden gehabt — Wachsthum des Entladungsfunkens, wenn man die electrische Batterie sehr viele Male schnell

hinter einander ladet und entladet — Anfängliches Geschwächtseyn des Entladungsfunkens, wenn man die Belegungen der electrischen oder die Pole der galvanischen Batterie im vorigen Versuche schnell wechselt — Viel grösserer Entladungsfunke der electrischen Batterie, wenn sie nach der Ladung mit der galvanischen verbunden bleibt — Besonders glänzendes Phänomen dabey, als Bild der ungeheuren Menge von Electricität, die galvanische Batterieen electrischen in sehr kurzer Zeit geben können — Selbst Säulen, die für sich keine Funken mehr geben, gewähren es, nur minder — Mit galvanischen verbundene electrische Batterieen geben in der Flamme Rufsdendriten und grofse Funken — Nach aufgehobener Verbindung aber bey der Entladung weder jene noch diese — Electrische Batterieen geben genau dieselben Phänomene, sie seyen von der galvanischen, oder von der Electrisirmaschine, oder vom Electrophor aus, zum gleichen Grade geladen — Also auch dieselben Funken — Gänzlicher Mangel eines Unterschiedes zwischen electrischen und galvanischen Funken — Bisher übersehener Theil der Geschichte des electrischen von den niedrigsten Spannungen herauf — Wiederholung dieser Geschichte desselben an galvanischen Batterieen — Nothwendige Geschichte des an letzteren bey grofsen Batterieen — Ladung der electrischen Batterie durch galvanische, die am einen Pole o, am andern das doppelte + oder — haben — Die an beyden Polen + oder —, mit einem blofsen Unterschiede des Grades, haben — Verschiedene Vorrichtungen galvanischer Batterieen hierzu — Vollkommene Gleichheit der Ladungs- und Entladungsphänomene in allen diesen Fällen mit denen in den früheren — Batterieen mit o, oder +, oder —, an beyden Polen, ohne einen Unterschied des Grades, laden die electrische nicht — Zu beyden Seiten abgeleitete galvanische Batterieen laden dennoch die electrische, und, als wären sie nicht abgeleitet — Partiell geschlossene galvanische Batterieen laden mit dem Grade der zurückgebliebenen Spannung — Total geschlossene also gar nicht — Phänomene bey Ladung electrischer Batterieen durch längere oder kürzere

Zeit total geschlossen gewesene galvanische — Entladungs-phänomene durch solche geladener electrischer Batterieen — Umkehrung der Ladung durch galvanische geladener electrischer Batterieen durch momentane umgekehrte Verbindung dieser mit jenen — Gleiche Umkehrung der Ladung, wenn die electrische Batterie von der Electrisirmaschine aus eben so stark geladen war — Wenn sie 2, 4, 8 Mal so stark von dieser aus geladen war — Wo also die galvanische Batterie bey der nämlichen momentanen Verbindung mit der electrischen 2, 3, 5, und 9 Mal mehr Electricität an diese giebt, als bey der gewöhnlichen Verbindung mit einer ungeladenen electrischen — Daſs hier die galvanische Batterie die Ladung der electrischen nur in so fern umkehren könne, als sie die vorige durch gleichviel entgegengesetzte Electricität aufhebt, und dann erst die ihrer eigenen Spannung entsprechende gerade in ihr setzt — Beweise dafür — Folge daraus über die absolute Identität der Electricität der galvanischen Batterie mit der der Maschine u. s. w. — Zu gleicher Spannung mit der galvanischen Batterie von der Maschine aus geladene electrische erleiden bey der Verbindung mit jener keine Veränderung ihrer Spannung — Entladung durch die Maschine 2, 4, und 8-fach geladener electrischer Batterieen durch momentane Verbindung mit der galvanischen bis zu dem der Spannung letzterer allein und genau entsprechenden Grade oder der einfachen Ladung.

Anmerkungen. — Daſs schon Volta's erste Säule die groſse Teylersche Maschine an Electricitätsproductivität übertroffen haben müsse — Bedingungen des Divergirens eines Electrometers an Volta's Säule — Pappe zum Flüssigkeitsträger in der Säule besser als Tuch, Leder, u. s. w. — Vorzüge der Trogapparate vor allen mit Pappe und dergl. gebaueten Säulen — Werneburg's Vorschlag zu wohlfeilen Batterieen mit groſsen Platten — Weitere Ausführungen desselben und nothwendige Vortheile seiner Anwendung — Wenn der Ladungsschlag schwächer als der Entladungsschlag — Wenn, und dann warum, der Ladungsschlag ganz fehle, während der Entladungsfunke doch noch derselbe ist — Daſs

vor jeder Entladung electrisch geladener Körper die Spannung steige — Zu beyden Seiten abgeleitete galvanische Batterieen gleichen in geringem Grade partiell geschlossenen, und in immer höherem, je besser die Ableitungen sind, und der die Ableitungsdrähte u. s. w. verbindende Boden leitet — Auch je gröfser die Berührungsfläche der ableitenden Drähte, Menschen, u. s. w., mit dem Boden ist — Schwächung der Spannung damit — Einflufs ungleicher Ableitung an den Polen auf sie — Was bey allem dem von der Beschaffenheit der Batterie abhänge — Einflufs, den das öftere Laden electrischer Batterieen durch galvanische auf Spannung und Funken letzterer oft hat — Unvollkommene Isolation der Flamme (und des Weingeistes) — Allmäligkeit aller Entladung geladener Flaschen und Batterien durch sie — Wenn letztere erst plötzliche Funken in ihr zeigen, und warum galvanische Batterieen immer — Flamme, ein Halbleiter zweyter Klasse — Farbengegensatz in electrischen Funken, die von schwacher In- aber grofser Extensität der Spannung herrühren — Das Blau gehört der positiven, das Roth der negativen Electricität, zu — Beweise davon an galvanischen und electrischen Batterieen — Gegensatz im Schalle (Tone) solcher Funken — (Der tiefere gehört dem mehr positiven, der höhere dem mehr negativen, zu) — Farbenverschiedenheit des Funkens galvanischer Batterie nach der Form der schliefsenden Körper — Vom Einflusse der Ableitung galvanischer Batterieen an dem oder jenem Pole auf chemische und physiologische Phänomene — Spiele von Electricitätsvertheilung an galvanischen Batterieen — An electrischen — An Verbindungen von beyden — Einflufs des Vorhandenseyns überflüssiger Plattenpaare in galvanischen Batterieen auf die Schnelligkeit der Ladung electrischer durch sie, und die Gröfse der davon abhängenden Phänomene — Bestätigende Versuche über die Nachtheiligkeit derselben auch auf chemische und andere Wirkungen — Auch in chemischer und physiologischer Hinsicht wirken blofse Unterschiede von 0 und + oder —, von + und +, oder von — und —, bey sonst gleichen Gröfsen, ganz wie die gewöhnlichen von — und

+ — Die ältesten Froschversuche schon bieten unzählige Beyspiele davon dar — Wie electrische Flaschen und Batterieen mit einem bloſsen Unterschiede von + und +, oder — und —, auch von der Maschine aus darzustellen sind — Was bey der Entladung electrischer Batterieen mit den freyen Electricitäten vorgeht — Was bey Entladung (totaler Schlieſsung) galvanischer mit ihnen vorgeht — Galvanische Batterieen als die besten Electricitätsmesser, Theiler und Vergleicher — Ueber aus kleinplattigen Lagen construirte Aequivalente groſsplattiger — Versuche in chemischer, physiologischer, und Funken-Hinsicht damit — Beste Zusammenordnung der kleinplattigen Säulen dazu — Weshalb groſsplattige Säulen nur Funken und Verbrennungen sehr viel gröſser geben, als kleinplattige — Wie Batterieen aus electrischen Fischen, Thierbatterieen überhaupt, zu bauen seyn — Mit electrischen Batterieen verbundene galvanische geben keine stärkere chemische Wirkung, als ohne jene — Bey total geschlossen gewesenen galvanischen Batterieen verhält sich der Entladungsfunke der von jenen eine bestimmte Zeit nach der Oeffnung momentan geladenen electrischen Batterie jedesmal, wie der Grad der an jener zurückgekehrten Spannung — Von den mehreren Ladungsschlägen, die man, ohne vorher entladen zu haben, von electrischen mit total geschlossen gewesenen galvanischen mehrmals nach einander verbundenen Batterieen erhalten kann — U. s. w.

Zusatz. — Versuche über den Einfluſs, den vorhergegangene totale Schlieſsung galvanischer Batterieen auf ihre chemische Wirksamkeit hat — Versuche über den Einfluſs, den es auf die chemische Wirkung in der Gasröhre hat, wenn diese Röhre mit ihren Drähten zuvor schon ein oder mehrere Male an der galvanischen Batterie und den nämlichen Polen gelegen hatte — Ueber den Einfluſs, den ein solches Bereits-Gewesenseyn der Gasröhre mit ihren Drähten im Kreise der Batterie auf die chemische Wirkung hat, wenn man bey einer zweyten oder ferneren Anbringung derselben die Drähte der Röhre oder die Pole der Batterie wechselt —

Höchst sonderbarer Umstand, daſs eine in voller chemischer Wirksamkeit begriffene galvanische Batterie durch eine am gleichnamigen Zink- oder Kupferende mit ihr verbundene total geschlossene gleichgroſse andere mit Oeffnung letzterer im unmittelbaren Augenblicke zum Stillstehen gebracht wird — Daſs nie die Zeit der höchsten electrischen Wirksamkeit galvanischer Batterieen die ihrer höchsten chemischen war — Von noch anderen Differenzen zwischen chemischer und electrischer Wirksamkeit galvanischer Batterieen.

---

Die nachfolgenden Versuche sind angestellt zu Gotha im Januar und Februar 1802. Wie sie entstanden, ist bekannt, (s. Reichs-Anzeiger, 1802. B. I. Nr. 66. 8. März. S. 813—820.), und ich habe zu ihrem Vortheile bloſs zu wiederholen, daſs der Durchlauchtige Begründer in eigener Person, und nächst Ihm noch eine namhafte Anzahl anderer Freunde der Wissenschaft, prüfende und fast beständige Zeugen derselben gewesen sind.

1. Zu Ende des Jahres 1801, also kurz vor dieser Zeit, war Volta's Entdeckung über die auſserordentliche Geschwindigkeit, mit welcher groſse electrische Batterieen von 2] galvanischen, zu gleichen Spannungen mit diesen, geladen werden, bey uns bekannt geworden *). Das allgemeine Erstaunen, das

*) S. Annalen, B. IX. S. 381.; meine Beyträge, B. II. St. 1. S. 169—171.; Intell.-Blatt d. A. L. Z., 1801. No. 207.; = Annalen, B. IX. S. 489—490.; u. s. w.

diese Entdeckung erregte, konnte nur durch eine detaillirte Darstellung des Phänomens selbst gehoben werden, und ich habe jene Gelegenheit zu ehren geglaubt, indem ich ihr dies Geschäft zunächst übertrug. Auch hat sich gezeigt, daſs damit nichts Ueberflüssiges geschehen; denn selbst die uns später bekannt gewordenen Versuche der Herren van Marum und Pfaff im Teylerschen Museum zu Harlem, (s. diese Annalen, B. X. S. 123 — 134., 143.), sind dabey stehen geblieben, den Voltaischen Versuch mit einer gröſseren electrischen Batterie, als bisher gebraucht worden, zu wiederholen, und darauf die Wirksamkeit einer Säule von 200 Lagen in Ladung solcher Batterieen, mit derjenigen der groſsen Teylerschen Electrisirmaschine in selbiger Hinsicht, zu vergleichen *). Von Versuchen auf

---

*) Ich glaube nicht, daſs diese Vergleichung gelungen sey, nach welcher sie die Kraft einer Voltaischen Zink-Silber-Säule von 200 Lagen, groſse electrische Batterieen zu laden, zu der Kraft gedachter Maschine, diesen Batterieen die nämliche Spannung zu geben, wie 3 : 5 setzen. Denn sie würden bey fortgesetzten Versuchen gewiſs gefunden haben, daſs schon die Säule von 200 Lagen die Teylersche Maschine darin weit übertrifft, und daſs somit Volta's erste Säule [3 schon den Preis über sie davon trug. Nimmt man aber jenes Verhältniſs einstweilen an, und setzt mit Volta, (s. Annalen, B. X. S. 443.), die Spannung von Zink und Kupfer zu der von Zink und Silber = 11 : 12, so folgt, daſs die Zink-Kupfer-Batterie von 600 Lagen, mit der die folgenden Versuche gröſstentheils angestellt wurden, die van Ma-

3] deutschem Boden ist vollends nichts bekannt geworden; Gotha allein scheint das fremde Gewächs aufgenommen zu haben, und ich hoffe, zu zeigen, dafs sein Gedeihen mehr von der Günstigkeit des Himmels, als von meiner Pflege, abgehangen hat.

2. Die electrische Batterie, die in diesen Versuchen gebraucht wurde, bestand aus zwey Abtheilungen, von denen die eine, ($B'$), in vier Flaschen, an $12\frac{1}{2}$, die andere, ($B''$), in sechszehn Flaschen, an $21\frac{1}{2}$, beyde folglich, wie gewöhnlich vereinigt, gegen 34 par. Quadratfuſs belegtes
4] Glas, hatten *). Die ganze Batterie befand sich im bestmöglichsten Zustande; jede Abtheilung stand in ihrem eigenen Kasten von Holz, und beyde waren durch Schämel mit Glasfüſsen aufs beste isolirt. Die Verbindung beyder war durch $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}'''$ starke, blank gefeilte Eisendrähte, aufs vollkommenste getroffen, und es befand sich besonders nicht die geringste Schicht Lack, (womit die zur innern Belegung gehörigen Messingstäbe und Kugeln gewöhnlich

---

RUM'sche Zink-Silber-Säule von 200, an $2\frac{3}{4}$ Mal übertraf, und folglich $1\frac{13}{20}$ Mal, (oder jenes Spannungsverhältniſs selbst auf 10 : 12 herabgesetzt, doch noch $1\frac{1}{2}$ Mal), stärker, als die groſse Teylersche Maschine, und somit, nach dem, was mir bekannt ist, die erste galvanische Batterie war, die so stark und stärker als jene Maschine zu Ladungsversuchen Voltaischer Art gedient hat.

*) Hiernach ist VOIGT's Magazin, B. IV. S. 587 und 628., zu berichtigen, wo, aus einer Verwechselung der Maaſse, die Belegungsgröſse mehrere Fuſse zu hoch angegeben ist.

überzogen sind), zwischen dem Verbindungsdrahte und dem Stabe oder der Kugel, oder überhaupt da, wo Zuleiter mit der Batterie verbunden werden sollten, als wozu jener Lacküberzug an diesen Stellen zuvor gänzlich weggenommen war. Ueberhaupt waren zu jedem genauen Versuche alle Drähte auf ihren einmaligen Berührungsstellen mit Bindfaden so fest gebunden, daſs, selbst bey ziemlicher Erschütterung des Apparats, keine Trennung auf irgend einen Augenblick möglich war. Nur die Stellen, wo die Belegungen der Batterie mit den Polen der Säule verbunden, wo überhaupt die letzten Verbindungen getroffen werden sollten, waren natürlicher Weise freygelassen; doch war auch hier dafür gesorgt, daſs nicht der geringste Oxydbeschlag, und dergleichen, der metallischen Berührung, wo sie Statt hatte, oder irgend eine andere, im Wege war.

3. Das Electrometer, welches in diesen Versuchen gebraucht wurde, war ein gutes Saussure'sches, (s. Gehler's physisches Wörterbuch. B. V. S. 576.), zwar nicht der empfindlichsten Art, doch von einem sehr regelmäſsigen Gange. Wenn bey gewöhnlicher Zimmertemperatur der obere Haken desselben mit dem einen, und der untere Haken mit dem anderen Ende der Säulenverbindung von 600 Lagen verbunden wurde, deren Pappen mit Kochsalzauflösung, oder Kochsalzauflösung mit Lackmus, oder mit Lackmus und Galle, u. s. w. genäſst waren, so betrug die Divergenz desselben gegen 2½ par. Linien. Diese Bestimmung ist indeſs nur ungefähr, nicht, als ob die Divergenz selbst bald gröſser

oder bald kleiner gewesen wäre, sondern weil mein, durch den so häuſigen Umgang mit diesem Electrometer schon geübtes Auge, mir die jedesmalige Divergenz schneller, und ich möchte sagen, schärſer, zur Vergleichung gab, als ein langsames Messen mit Zirkel oder Maaſsstab, das mich in tausend Fällen nur auſgehalten hätte, und für meine Absicht an sich überflüssig war. Ich werde gedachte Divergenz, unter obigen Verhältnissen genommen, so oft sie vorkommt, die *ganze Divergenz* nennen. Sie ist bey der nämlichen Säulenverbindung obiger Construction von *gleicher* Gröſse, es mag während dessen am positiven, oder am negativen Ende der Säulenreihe, oder wo es auch sonst sey, abgeleitet werden. Ferner ist sie genau *dieselbe*, wenn man das Electrometer am + - oder am — - Ende der Säulenreihe auſhängt, an dem diesem entgegengesetzten Ende der letzteren eine Ableitung nach der Erde, und eine zweyte vom
6] Boden des Electrometers nach einer andern Stelle der Erde, anbringt. In allen diesen Fällen wird die Divergenz die *ganze* heiſsen *).

---

*) Man sieht, daſs das Schema obiger Constructionsarten der Divergenzbedingungen im Grunde bey allen doch das nämliche ist. Daſs die *Divergenz des Electrometers* aber allerdings *ihre Bedingungen* habe, erhellt daraus, daſs es *nie* divergirt, wenn es mit seinem oberen Haken vom einen oder anderen Pole der *gut isolirten galvanischen Batterie* $a\,b$ in *Fig. 39* [*Taf. I. Fig. 1.*] in die freye Luft herabhängt, ohne daſs von der *untern Platte* desselben eine Ableitung nach der Erde angebracht, wenn diese

[7 4. Die galvanische Batterie war beständig in vier Säulen, jede von 150 Lagen, so gebauet, daſs, von jedem sich berührenden Kupfer und Zink, das Kupfer nach unten und der Zink nach oben lag. Die Platten und Pappen *) selbst waren

---

also ganz isolirt ist. Erst wenn dieses geschieht, geht das Electrometer aus einander, und zwar dann, wie natürlich, in dem, der Intensität des vorhandenen + oder — entsprechenden Grade. Wenn der Nullpunkt der Säulenverbindung in der Mitte der Fig. 39. (in $h = i = k$), liegt, so ist diese Divergenz am einen und andern Ende derselben gleich groſs, und zwar die halbe von der ganzen in §. 3. In dem Augenblicke, als sodann, wenn das Electrometer sich an *a* befindet, auch in *b* abgeleitet wird, springt die Divergenz von dieser halben zur ganzen, bleibt darin, so lange die Ableitung in *b* anhält, und geht bey Aufhebungg derselben wieder zu der halben zurück. Und so umgekehrt. Es ist übrigens von dem höchsten Interesse, die Bedingungen der Divergenz irgend eines Electrometers, besonders von Volta's Säule, genau zu untersuchen; — eine Bemerkung, von der ich hier nicht sagen kann, wieviel mit ihr gemeint sey. Wer es ahnet, wird mich in das Detail gegenwärtiger Abhandlung mit Vergnügen begleiten.

*) Pappe, und zwar dünne, wenig geleimte, ist unter mehreren noch immer die Substanz, die, als Träger der Flüssigkeit, in Säulen, die einmal nicht anders, als mit Hülfe solcher Träger, zu bauen sind, die Leitung dieser Flüssigkeiten am wenigsten schwächt, und deshalb andern vorzuziehen ist. Ich habe ausdrücklich gesehen, wie Säulen bey derselben Flüssigkeit, aber mit Tuch, wenn es auch noch so locker war, oder mit

8] von der nämlichen Gröſse, wie die in den Annalen, B. VII. S. 373. beschriebenen. Von jeder

Leder, construirt, weit schwächer gewirkt haben, als mit solcher Pappe. Welches Hinderniſs aber selbst die Pappe noch in den Weg legt, ist an CRUICKSHANK's Trogapparate deutlich, wo die Flüssigkeit ohne allen Träger zwischen den Plattenpaaren zugegen seyn kann; eine Anbringungsart, welche bey weitem die beste ist. Den Apparat selbst für manche Zwecke bequemer zu machen, schlug ich vor, (s. VOIGT's Magazin, B. IV. S. 653. 654.), jede Zelle in ein Fach für sich zu verwandeln, u. s. w.; welche Einrichtung, wie ich sehe, ERDMANN, (s. Annalen B. XII. S. 458 — 465, vergl. S. 380.), und früher schon, ausgeführt, und ihrer guten Seite nach bestätigt hat.

Zur Erhaltung eines Apparats mit Platten von sehr groſsen Flächen, nach dem nämlichen Princip, scheint, ehe der Versuch entschieden hat, kaum eine Einrichtung der Zellen so gut, bequem,
8] und wohlfeil, zu seyn, als die kürzlich von WERNEBURG, (s. Verkündiger, 1802. No. 84.), in Vorschlag gebrachte. Man darf dazu, für jede Zelle, nur in einem hölzernen viereckigen Kasten von gehöriger Gröſse, zu beyden Seiten in die Längenwände, in ganz kleinen Distanzen, Falzen, z. B. 100 in jede Wand, einschneiden, den ganzen Kasten darauf inwendig mit Harz, oder sonst einer isolirenden Masse, dünn überziehen, und nun 50 Zinkplatten von entsprechender Gröſse so in die Falzen einsetzen, daſs zwischen jeden zwey Zinkplatten zu beyden Seiten eine leer bleibt, in welche 50 leere man sodann 50 Kupferplatten einsetzt. Hat jede der letzteren an der einen Wandseite einen kurzen stiftartigen Fortsatz, und so jede Zinkplatte ebenfalls, doch an der entgegenge-

Säule war das Kupferende mit dem Zinkende der folgenden verbunden, alle gleichen somit Einer von

---

setzten, so darf man nur alle Zinkplatten, etwa dadurch, daſs man einen schwachen Draht, z. B. von Eisen, zwischen ihren Fortsätzen durchflicht, zu Einem Contiguum verbinden, und eben so alle Kupferplatten, und darauf den Kasten mit der anzuwendenden Flüssigkeit ausfüllen. Die Platten seyen Quadrate von 3 Zoll Seite, so sieht man, daſs sie, statt, bey der gewöhnlichen Anwendungsart höchstens mit 9 Quadratzoll Fläche im Versuche zu seyn, es hier mit 18 Quadratzoll Fläche sind, und daſs so der ganze Kasten Einem Fach, Einer Zelle, mit Plattenquadraten von 900 Quadratzoll Fläche, (auf jeder Seite), gleicht, und überdieſs noch den Vorzug hat, daſs 1) die ganze Fläche, welche jede Zink- und Kupfermasse hat, in den Versuch kommt, indeſs bey Einem Fache, (und so in Säule, u. s. w.), immer eben so viel und oft noch mehr, ganz ungenutzt muſs liegen bleiben, als in den Versuch eingeht; 2) daſs, da die kleineren einzelnen Zinkplatten weit dünner können gegossen werden, als die Eine groſse, wenigstens die Hälfte des Zinks, und leicht an zwey Drittheile, und eben so auch ein beträchtlicherer Theil Kupfer, erspart wird, welche Ersparniſs durch die Kosten des Kastens u. s. f. bey weitem nicht aufgehoben wird; 3) daſs man die Platten bald im Kasten, bald wieder in gewöhnlichen Säulen, oder wie man sonst will, brauchen kann, ohne an ihnen das geringste ändern zu dürfen; 4) endlich, daſs man mit einem solchen Apparate eine Menge Versuche vornehmen kann, die mit einmal eingerichteten Cruickschank'schen Trogapparaten, oder einzelnen Fächern, ohne sie jedesmal völlig anders einzurichten, gar nicht vorzunehmen sind.

vierfachen Höhe der einzelnen. Da indefs oft von den einzelnen Säulen als solchen die Rede seyn
9] wird, so werde ich für ihre Summe beständig den Ausdruck: Batterie, mit dem Zunamen: galvanische, beybehalten, und durch letzteren hinlänglich vor Verwechselung derselben mit der electrischen sichern. Uebrigens versteht sich, dafs die galvanische Batterie, in ihren Theilen wie als Gan-
10] zes, sich jederzeit im Zustande der besten Isolation befand, als in welchem sie zu jedem Versuche vorausgesetzt werden wird.

---

5. Die galvanische Batterie sey angeordnet, wie Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.]. Es sey am + Drathe *a* das Electrometer mit seinem obern Haken eingehangen, und der Ha-

---

Hat man eine Anzahl solcher Kasten, so braucht man dann nur alle Mal den Zinkplattendraht des ei-
10] nen mit dem Kupferplattendrahte des andern metallisch zu verbinden, um z. B. mit 20 solchen Kasten von der angegebenen Gröfse eine galvanische Batterie darzustellen, welche wirkt wie ein Trogapparat von 20 Plattenpaaren, deren jede Platte $6\frac{1}{2}$ Quadratfufse grofs ist, welche nur etwa den dritten Theil so viel kostet, und welche eine Wirkung verspricht, deren Stärke man ahnen kann, wenn man bey Davy (s. Annalen, B. XII. S. 353.) von einem Trogapparate von eben so viel, aber beynahe nur $\frac{1}{8}$ so grofsen Plattenpaaren, schon einen so aufserordentlichen Erfolg sicht. — Uebrigens darf man nur wieder die Zinkplattendräthe aller Kasten durch einen neuen Draht zu Einem, und eben so alle Kupferplattendrähte, verbin-

ken der untern Electrometerplatte mit dem — Drahte *b* durch einen Eisendraht verbunden. Da Electrome- [11
ter und Draht ganz in der freyen Luft hängen, so ist alles von selbst wohl isolirt. Man verbinde nun den + Drath *a* mit der innern Belegung einer electrischen Batterie durch einen isolirten Eisendraht, lege darauf, (indem man selbst isolirt ist), einen feuchten Finger der einen Hand an die äußere Belegung, und schließe mit einem feuchten Finger der andern Hand an dem — Draht der galvanischen Batterie; oder berühre umgekehrt erst diesen Draht, und schließe durch Berühren der äußeren Belegung. Man erhält einen Schlag. Dasselbe erfolgt, wenn man den — Draht mit der äußeren Belegung durch einen Eisendraht verbunden hat, und nun zwischen dem + Drath und der innern Belegung mit nassen Fingern schließt. Ehe man den einen oder andern Finger abzieht, sieht man nach dem Electrometer. Es wird die bekannte Divergenz zeigen, und somit

---

den, um, bey der letztern Verbindung der Drähte unter einander, das Phänomen einer Einzigen Lage oder Zelle, Eines Fachs, oder Einer Kette, mit Platten von 125 Quadratfuß Größe, zu haben.

Es ist zu wünschen, daß jemand Versuche mit einem Apparate dieser Art anstelle, um durch Vergleichung der Wirkung desselben mit einem an Fläche gleichen Zellen- oder Trogapparate, das practische Verhältniß desselben zu diesem zu erfahren, und, ob auch nicht, wegen mancher Umstände, (vergl. z. B. §. 31. Anm.), diese Vorrichtung etwa weniger Empfehlung verdiene.

auch dieselbe Spannung für die electrische Batterie, wie die galvanische, denn zu beyden steht es so eben in dem nämlichen Verhältnisse. Bey erneuerter Berührung wird kein Schlag weiter erfolgen, denn schon mit dem ersten ist die Ladung geschehen. Nimmt man jetzt den Verbindungsdraht zwischen der electrischen und der galvanischen Batterie fort, und verbindet beyde Belegungen der electrischen Batterie durch feuchte Finger, so erhält man wieder einen Schlag. Nachher keinen mehr, denn schon mit dem Einen ist die Batterie entladen. 12] Unter übrigens gleichen Umständen war, bey galvanischen Batterieen, die mit einer der in §. 3. genannten Flüssigkeiten construirt waren, der Ladungsschlag jederzeit stärker *), als der Entladungsschlag.

6. Der vorige Versuch werde so wiederholt, dafs man das Electrometer ganz weglasse, und die Verbindung der Säulen unter einander selbst an irgend einer Stelle trenne, die gewohnten Endpole aber mit

---

*) Man wird in der Folge finden, in welches ganz entgegengesetzte Verhältnifs beyde endlich treten, sobald der Leiter zweyter Klasse zwischen denen der ersten in der galvanischen Batterie, über einen gewissen Grad hinaus schlechter leitet, als der zu obigen Batterieen angewandte. Bedeutende Unterschiede fanden sich schon bey Batterieen, die so eben gebaut waren, und andern sonst gleichen, die aber bereits drey bis vier Tage gestanden hatten, wo also die Pappen schon sehr eingetrocknet, und damit zu weit schlechteren Leitern, als anfangs, geworden waren.

den Belegungen der electrischen Batterie auf die gewöhnliche Weise verbinde. Wo nun auch mit den Händen die getrennte Verbindung wieder ergänzt werde, es geschehe in *d*, *e*, *f*, *h*, *i*, *k*, *m*, *n*, oder *o*, überall erhält man, unter übrigens gleichen Umständen mit denen in §. 5., einen Ladungsschlag, genau so grofs wie dort, und nach wieder aufgehobener Verbindung nach Ladung der electrischen Batterie, einen Entladungsschlag, ebenfalls so grofs wie dort, beyde also auch im nämlichen Verhältnisse zu einander.

7. Man weifs aus §. 5. die ganze Divergenz [13 des Electrometers in der galvanischen Batterie. Man verbindet die Säulen mit einander wie dort, setzt des Electrometers einen Haken aber mit der einen, den andern mit der andern Belegung der electrischen Batterie in Verbindung, und sodann die eine dieser Belegungen durch den isolirten Zuleitungsdraht mit dem einen Ende der galvanischen Batterie. Bey der Verbindung der andern Belegung mit dem anderen Pole erscheint am Orte derselben ein schwach knicksender Ladungsfunke von 4 bis 5 Linien Durchmesser *), und nachdem nicht wieder. Das [14

---

*) Nur bey frischen Batterieen, (und solche sind von §. 5. an vorausgesetzt), hat dieser Funke, der übrigens an Stralen und Kern ganz dem folgenden gleicht, die hier angezeigte Gröfse. Nachdem sie einen oder schon etliche Tage gestanden, wird er kleiner und immer kleiner, bis er endlich ganz fehlt, indefs der Entladungsfunke der electrischen Batterie für alle Zeiten von gleicher Gröfse ist, so lange nur die Span-

Electrometer aber divergirt vom ersten Verbindungsaugenblicke an fort, und aufs schärfste mit derselben ganzen Divergenz wie in §. 5., oder vor allem Versuche. Man nimmt die beyden Communicationsdrähte ab, und entladet jetzt die electrische Batterie, entweder wie in §. 5. durch die Hände, oder durch einen isolirten Eisendraht. Im erstern Falle hat man, unter sonst gleichen Umständen, einen Entladungsschlag genau derselben Stärke, wie in §. 5 und 6.; im letzteren aber einen starken knicksenden rothen sonnenähnlichen Entladungsfunken von 14 bis 15 Linien Durchmesser, mit einem schönen blauen Kerne in der Mitte. Das Electrometer aber ist zusammengefallen *).

---

nung der galvanischen Batterie die anfängliche bleibt. Ueberhaupt verhält sich der Ladungsfunke, (gleich dem Ladungsschlage in §. 5 und 6.), bey gleichen Spannungen wie die Güte des feuchten Leiters in der Batterie, während der Entladungsfunke (und Schlag), in so fern hier alle Leitung dieselbe bleibt, sich nur verhält wie die Spannungen, folglich mit diesen ebenfalls derselbe ist. — In was aber solche Entladungsfunken bey immer höheren Spannun-
14] gen, folglich immer höheren eignen Stärken, ihrem Aussehen nach, übergehen, . . . ., darüber vergleiche man §. 22.

*) Zu bemerken ist, dafs das Electrometer, wenn der entladende Bogen, der an der einen Belegung anliegt, sich der andern Belegung bis auf ein Gewisses nähert, etwas stärker zu divergiren anfängt, und damit bey zunehmender Nähe jenes ebenfalls zunahm, bis zu dem Augenblicke, wo der Funke selbst erschien

8. Man wiederholt den Versuch nach Art [15
der in §. 6. erwähnten Abhandlungen. Nach welcher unter ihnen es auch geschehe: der Ladungsfunke wird noch derselbe, und so auch der Entladungs- (Schlag oder) Funke durchaus der nämliche, seyn.

9. Ohne Gegenwart der electrischen Batterie hat man in Säulenverbindungen, die man, wie in §. 6 und 8., trennt und wieder schliefst, (selbst, wenn man dieses bey *i* Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.] thut, nachdem man sowohl von *a* als von *b* eine Ableitung nach dem Boden angebracht, somit das Minus der Säulen *c* und *g*, und eben so das Plus der andern *p* und *f*, auf das Maximum gebracht, und folglich im Versuche die höchste Entgegensetzung beyder zur Aufhebung hätte), weder von

---

bey welchem dann sogleich alle Divergenz auf einmal verschwand. Ich habe es überhaupt als ein Gesetz aller und jeder durch Electricität, sie sey wie oder woher sie wolle, geladener Körper, bestätigt gefunden, dafs vor der wirklichen Entladung die Spannung des geladenen Körpers bey der Annäherung des Entladens um ein Bedeutendes zunimmt, ehe sie bey wirklichem Eintritte der Schlagweite gänzlich ver- [15
nichtet wird, und es ist zu diesem Erfolge gleichviel, der Entlader bestehe aus der bestleitendsten Substanz, oder er gewähre nur eine schwache Leitung, wie z. B. wenn er mit thierischen Theilen, mit Wasser und dergleichen, unterbrochen ist, oder daraus besteht. — Mehrere Erscheinungen bey Gewittern, u. s. w., gehören ganz hierher.

Funken, noch von Schlag, das mindeste Merk-
16] liche *). Dennoch würde das Electrometer

---

*) Dieser Zusatz ist nöthig, denn es werden in der That
feinere Reagentien, z. B. Froschpräparate von gehöriger Erregbarkeit, erfordert, um die Aufhebung
der Electricitäten, die in diesem Falle nothwendig
zugegen ist, auf sehr bedeutende Weise ins
Auge fallen zu machen. Auch erfährt man auf
solche Weise, daſs nicht blos in den Augenblicken der
16] Herstellung und der Aufhebung solcher Verbindungen, Wirkung da sey, sondern eben so wohl auch
während derselben; in dem Falle nämlich, daſs
von beyden Polen der Batterie zur Erde abgeleitet ist.
Betrachtet man aber eine galvanische Batterie während
solcher Verbindung, oder, was eins ist, Fig. 39.
[Taf. I. Fig. 1.], während an ihr in *a* wie in *b* abgeleitet ist, so findet man sie im Zustande einer ganz
geringen partiellen Schlieſsung, und zwar darein versetzt durch das Stück des Bodens, das sich zwischen den beyden Ableitungsdrähten befindet, und das
allerdings einige Leitung, so geringe sie auch sey, gewähren muſs, da überhaupt nur dadurch eine wirksame Ableitung der Batterie möglich ist. Die Batterie
ist also ganz in denselben Umständen, in welchen sie seyn
17] würde, wenn sie durch eine sehr lange und enge Röhre mit destillirtem Wasser, einer kürzeren mit
Weingeist oder dergleichen, geschlossen wäre; Umstände,
die aus Annalen, B. VIII. S. 455 u. f. bereits bekannt genug sind. — Weder in §. 5., noch §. 6 bis
8., kommt indeſs eine solche Ableitung zu beyden Seiten vor, es fehlt also hier ganz an fortdauernder Wirkung, die davon herkäme; diese ist es aber auch nicht
einmal, die auf die dort beschriebenen Phänomene von
Einfluſs seyn kann, sondern blos das, was ohne alle

auf die Weise, wie in §. 5., mit *a* und *b* verbunden, in jedem dieser Fälle in die ganze Divergenz übergehen.

10. In jedem der Fälle §. 5 bis 8. ist der Entladungsschlag oder Funke der nämliche, wenn auch die electrische Batterie nach dem Ladungsschlage oder Funken, durch den einen Draht mit der galvanischen in Verbindung bleibt.

11. In §. 5 bis 8. konnte die letzte Verbindung der galvanischen Batterie mit der electrischen so schnell, so vorübergehend, als möglich, seyn: die electrische Batterie war doch zu der nämlichen Spannung wie immer geladen, zeigte nachher dieselben Entladungsphänomene, und zeigte sich, namentlich in §. 7 und 8., nicht im min- [17 desten bemerklich stärker oder schwächer, jene Verbindung mochte einen Augenblick, so weit mechanische Geschicklichkeit sich ihm nähern kann, oder 1, 2, 3, 4, 8, 16 Sekunden und länger, oder halbe, oder auch selbst ganze Stunden, gedauert haben.

12. Wiederholt man den Versuch §. 7. oftmals in kurzer Zeit nach einander, während die Belegung der electrischen Batterie, die man mit dem einen Pole der galvanischen verbindet, alle Wie-

---

Ableitung bey Verbindungsarten, wie in §. 6 und 8., Statt hat. Wo aber dann die letzte Verbindung geschehe, ist völlig gleich, somit auch das, was als (solche) Folge des Verbindungsortes sich dem Resultate jener Versuche beymischen kann (und muſs), und damit sind es jene Resultate überhaupt.

derholungen hindurch dieselbe bleibt, — so bemerkt man deutlich, dafs, bey sonst aufs höchste gleich gehaltenen Umständen, der Entladungsfunke der electrischen Batterie immer gröfser wird, so dafs er von einem Durchmesser von $1\frac{1}{4}''$, übergehen
18] kann zu einem von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$, ja bis $2''$. Ich hatte mich zu diesem Versuche mit einem Gehülfen so eingerichtet, dafs mein Gehülfe von halben zu halben Sekunden die electrische Batterie durch momentane Verbindung mit der galvanischen lud, ich hingegen sie entlud, und zwar so, dafs es gewöhnlich $\frac{1}{4}$ Sekunde nach der Ladung geschah, dafs also die neue Ladung auch immer $\frac{1}{4}$ Sekunde nach der Entladung folgte. Beydes ist sodann 200 bis 300 Mal fortgesetzt worden; und so oft, zu so verschiedenen Zeiten, und mit so verschiedenen galvanischen Batterieen, wir auch diesen Versuch von neuem angestellt haben, so ist doch der Erfolg beständig der angeführte gewesen *).

13. Andererseits habe ich oft gesehen, dafs electrische Batterieen, — nachdem sie mehr oder weniger einem Verfahren wie in §. 12. ausgesetzt gewe-

*) Ich habe mehrmals nach einem solchen Verfahren bey galvanischen Batterieen, die schon mehrere Tage gestanden hatten, sowohl die Spannung, als die Fähigkeit, bey ihrer eigenen totalen Schliefsung Funken zu geben, um ein merkliches verstärkt gefunden. Doch ist dies mehr eine zufällige Bemerkung, als ein Resultat absichtlicher Untersuchung, gewesen; weshalb ich auch keine genaueren Bestimmungen anzuführen weifs.

sen waren (d. i. dieselbe Belegung eine Zeit lang wiederholt mit den nämlichen Polen der galvanischen Batterie verbunden worden war), wenn nachher schnell die Pole in Hinsicht auf die Belegungen umgewechselt wurden, und man [19 den Versuch fortsetzte, — bey der Entladung im Anfange fast gar keinen Schlag oder Funken gaben, erst nach einer sehr kurzen Zeit und dann schnell immer stärkere zeigten, bis beyde endlich bald den anfänglichen, vor aller Verwechselung, wieder gleich kamen, worauf sie auf die nämliche Weise langsam ferner zu wachsen fortfuhren, wie vorhin.

14. Wiederholt man den Versuch §. 7. mit einer frisch gebaueten Batterie, doch so, daſs man, nach der Ladung der electrischen durch sie, weder den einen noch den andern der Communicationsdrähte abnimmt, sondern beyde an Ort und Stelle läſst, und entladet nun, so hat man, statt des Entladungsfunkens von 14 bis 15 Linien Durchmesser, einen von 24, von 28, und selbst noch mehr Linien Durchmesser. Die Stralen desselben sind bey weitem zahlreicher und gedrängter, als die jener kleineren, und alle früheren stehen ihm an Schönheit gänzlich nach. Mit seiner Erscheinung fiel das Electrometer zusammen; es geht aber sogleich wieder aus einander, wenn man den Entlader von der Batterie abzieht. Geschieht dies schnell genug nach der Anbringung, d. i., war die ganze Entladung überhaupt nur momentan, (auf die Art, wie die Ladung der electrischen Batterie in §. 11.,) so hat auch das Electrometer sogleich seine

alte Divergenz gänzlich oder fast gänzlich wieder. Es beweist dies aber, daſs alsobald auch die Bedingungen des ersten Funkens, (Ladung der electri-
20] schen Batterie u. s. w.,) wieder hergestellt sind, und man erfährt dieses, wenn man von neuem schlieſst.

15. Man kann dieses *in äuſserst kurzen Zwischenräumen* sehr oft nach einander wiederholen. Besonders erhält man hierdurch ein Bild von der alle frühere Vorstellung übertreffenden *Menge von Electricität*, welche eine galvanische Batterie mittheilen kann, wenn man den Entlader, (einen isolirten, am schlieſsenden Ende zugespitzten Eisendraht,) während sein eines Ende an der einen Belegung fest liegt, mit seinem anderen eine Zeit lang leicht über eine Fläche der andern in mannichfaltigen Zügen hinführt, oder noch besser, wenn diese letztere Fläche noch ihren anfänglichen Lacküberzug hat, und man die Spitze des Entladers, während dieses Herumführens, so gegen dieselbe an- und eingedrückt hält, daſs sie den dünnen Lacküberzug in jedem Augenblicke neu durchbricht, und so sich in Einer fortlaufenden Linie den Weg durch ihn bahnt. Der Funke, welcher bey der allerersten Entladung erschien, wird hier bey den unendlich vielen darauf folgenden so ungemein schnell wieder erneuert, daſs es dem Auge unmöglich wäre, das Verschwinden desselben von einem zum andern Male, als ein besonderes, zu bemerken. Eine Sonne scheint sich an der Spitze des Entladers versteinert zu haben, so beharrlich ist sie; und man muſs das

Phänomen gesehen haben, um selbst diese Beschreibung noch mangelhaft zu finden.

16. In diesen Versuchen, (§. 14 und 15.,) [21 übertrifft der Entladungsfunke den in §. 7. um so mehr, je gröfser der Funke selbst ist, welchen die galvanische Batterie ohne alle Verbindung mit der electrischen geben würde, und um so weniger, je kleiner dieser ist. Daher galvanische Batterieen, die mehrere Tage gestanden haben, und bey der eigenen Schliefsung selbst keinen Funken mehr geben, im Versuche §. 14. einen wenig, (oder auch ganz und gar nicht,) gröfseren Entladungsfunken, als in §. 7., veranlassen.

17. Das Phänomen in §. 15. wird ebenfalls in dem nämlichen Grade mangelhaft, als galvanische Batterieen entweder schon lange gestanden hatten, oder von Anfang an mit einer schlecht leitenden Flüssigkeit construirt waren. Selbst bey den besten frischesten Batterieen nimmt die Funkensonne nach einiger Zeit ab, und verschwindet nach längerer endlich ganz, worauf man nur eine mehr oder minder kleine Zeit warten darf, um das Phänomen mehr oder weniger, oder auch ganz, wieder in seiner anfänglichen Vollkommenheit zu haben. In dem Maafse aber, als die Batterieen älter werden, nimmt jene Zeit auch ab, und diese zu, bis zuletzt nur Spuren des Phänomens zurück bleiben.

18. Es giebt aber selbst für noch so alte galvanische Batterieen, (so lange sie nur nicht ohne alle

Spannung sind,) für jede eine bestimmte Zeit, nach welcher, wenn, wie in §. 14., die Entladung immer von neuem wiederholt wird, der Ent-
22] ladungsfunken nach wenigen früheren, die gröſser waren, sich nun in einer und derselben Gröſse fortzeigt. Diese Zeit ist um so kürzer, je frischer die Batterie, und je leitender die Feuchtigkeit in ihr, und um so länger, je älter sie, und je schlechter der feuchte Leiter in ihr, ist. Doch erhielt ich aus einer Batterie, die bereits vier Tage gestanden hatte, die nach §. 14. keinen gröſseren Entladungsfunken, als nach §. 7., und vor dem Versuche beynahe nur noch die halbe Spannung von der im ganz frischen Zustande, auch allein, ohne electrische Batterie, geschlossen, gar keinen Funken mehr zeigte, — bey einem Verfahren, wie in §. 14, nach den ersten 3 oder 4 weit gröſseren Funken, nun fortdauernd in Entladungen von $\frac{1}{4}'''$ zu $\frac{1}{4}'''$, rothe feingestralte stille Funken von 5 bis 6''' Durchmesser, ohne daſs die Zeit ferner eine Aenderung darin gemacht hätte.

19. Wenn man den Versuch §. 14. so wiederholt, daſs die beyden Belegungen der electrischen Batterie durch isolirte Drähte repräsentirt werden die in der Flamme eines Talg- oder Wachslichts, erst einander nahe, dann näher, oder endlich in völlige Berührung, gebracht werden, so erscheinen während der ersten Zeit die bekannten Ruſsdendriten, (s. Annalen, B. IX. S. 335—341.,) und bey hinlänglicher Näherung, die an Berührung grenzt, ein sehr schöner sprühender Funke, dessen Stralen zu beyden Seiten weit zur Flamme herausschieſsen.

Dendriten und Funken erscheinen, wenn auch die Drähte so kalt wie möglich in den Versuch gebracht werden sollten, und letztere so oft, als [23 man die Drähte gegen einander bringt.

20. Wenn man aber, vor der Entladung der Batterie in der Flamme, zuvor die Communicationsdrähte, zwischen der galvanischen und electrischen Batterie, beyde, oder auch nur Einen, abgenommen hat, und nun genau wie vorhin verfährt, so erhält man dennoch weder Dendriten, noch den mindesten Funken. Dessen ungeachtet ist die Batterie entladen *).

---

*) Die Verschiedenheit der Erfolge in §. 19 und 20. wird jetzt hoffentlich keinen Anstofs mehr machen. Wie zu gleicher Spannung mit 600 Lagen geladene electrische Batterieen, die Ladung geschehe, woher sie wolle, sich für sich verhalten, sieht man eben aus §. 20.; und dafs das Ganze das Werk allmäliger Entladungen sey, lehren Versuche, die ich bereits in Voigt's Magazin, B. IV. S. 587 — 590, angeführt habe. Was also in §. 20. geschieht, würde in §. 21. wohl auch geschehen, wenn nur daselbst die Batterie von der galvanischen aus, nicht immer eben so schnell und so viel wiedererhielte, als sie verliert, daher in dem Augenblicke, dafs die Drähte einander bis auf die Schlagweite nahe gekommen sind, die Batterie doch fast noch so stark geladen vorhanden ist, als wenn keine Flamme dazwischen gewesen wäre, also der Funken nothwendig überschlagen mufs. Eine Schicht Weingeist statt der Flamme in §. 20 u. 21. angewandt, gab fast die nämlichen Resultate, wie letztere, so dafs die Flamme ein eben so schlechter Leiter als dieser, (vergl. Voigt's Magazin, [24

24] 21. Alles, was eine **electrische Batterie, von der galvanischen aus geladen,**

---

B. IV. S. 591.,) zu seyn scheint. Die Allmäligkeit der Leitung, welche die Flamme gewährt, erhellt noch mehr daraus, daſs die electrische Batterie von einer Electrisirmaschine . . . . zu 2, zu 4, ja zu 8 Mal höherer Spannung, als in §. 20., geladen, doch beym Zusammenbringen der Drähte, es mochte so schnell oder so langsam geschehen, als möglich, nicht den mindesten Funken, oder wenn ich selbst im Entladungskreise war, den mindesten Schlag gab. Dasselbe gilt von Theilen der Batterie durch Flaschen aller Gröſse herab, bis zu den kleinsten. Ich lud unter andern eine Flasche von $\frac{3}{4}$ Quadratfuſs Belegung durch 40 Umdrehungen einer Electrisirmaschine, die den Augenblick zuvor durch eben so viele Umdrehungen die Batterie von 34 Quadratfuſs auf gleiche Spannung, als die galvanische Batterie von 600 Lagen, geladen hatte, so daſs also in dieser Flasche die Spannung an 44 Mal höher seyn muſste, als in der Batterie in §. 20. Und doch war bey der Entladung noch kein Funke da. Ich lud sie darauf mit 60, 80, 100, 120, 140, ja selbst mit 160 Umdrehungen der nämlichen Maschine, (als so viel sie eben vertrug,) und noch immer kam es zu keinem Funken, so klein er auch hätte seyn mögen. Dabey war es einerley, ob an den Drähten, die in der Flamme waren, sich Kugeln von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser oder Spitzen, befanden. Alles, was man bey solchen ohen Ladungen bemerkte, war ein mehr oder minder schwaches Zischen oder Sausen in der Flamme, be-
25] gleitet von einer gröſseren oder kleineren Bewegung der Flamme selbst, beydes aber nie so momentan, als geschähe ein plötzlicher Durchschlag, sondern nach und nach eintretend, und eben so wieder verlöschend. — Erst, wenn man den einen Belegungs-

nach ihrer Trennung von dieser in §. 5 — 8., [25
10., 11 und 20., bey der Entladung zeigt, zeigt sie

---

draht der geladenen Batterie oder Flasche selbst, durch eine Schicht Flamme unterbricht, und nun die aufserhalb der Flamme befindlichen Enden dieses Drahtes mit dem Drahte der andern Belegung metallisch verbindet, erst dann kann man dahin kommen, bey der Schliefsung des Kreises, in der Flamme selbst, einen Funken überspringen zu sehen, vorausgesetzt, dafs die Drahtenden in der Flamme einander bis auf die gehörige Schlagweite nahe stehen; welche letztere hier für jeden einzelnen Fall beträchtlich gröfser, als unter gleichen Umständen in atmosphärischer Luft, ist. Es ist mir wirklich auf diese Weise geglückt, selbst von einer nicht stärker als in §. 7. geladenen Batterie, bey fast an Berührung grenzender Nähe der Drähte in der Flamme, bey der Schliefsung des Kreises aufserhalb derselben, aufser dem Funken am Schliefsungsorte, einen zweyten mitten in der Flamme überschlagen zu sehen; und je höher überhaupt die Spannung der Batterie ist, desto leichter wird es auch, dieses Phänomen zu haben. Bey stark geladenen einzelnen Flaschen ist es jederzeit da. Auch ist mit ihm die Flasche . . . ) so entladen, wie durch das vorhin angegebene Verfahren. — Alle in dieser Anmerkung angegebene Versuche übrigens geben, mit der heifsen verdünnten Luft ganz nahe um die [26 Flamme oder über derselben, statt mit der Flamme selbst, angestellt, die nämlichen Resultate, nur in Graden, die der merklich geringeren Leitung oder stärkeren Isolation dieser Luft angemessen sind.

Von den übrigen Eigenschaften der Flamme, als einem an Isolatoren grenzenden Halbleiter der Electricität, und zwar der zweyten Klasse, in der Folge das Nähere.

26] mit der gröfsten Genauigkeit eben so, wenn sie, nur bis zu eben dem Grade von Spannung, von einer gewöhnlichen Electrisirmaschine, einem Electrophor, u. s. w., geladen ist.

22. Vorzüglich wird man in Hinsicht des Funkens aufmerksam. Er ist genau derselbe, als wenn die Batterie von der galvanischen aus geladen wäre; aber dieser ist, wie man in §. 7. gesehen hat, wiederum ganz gleich dem, den man an galvanischen Batterieen selbst zu erhalten gewohnt ist. Denjenigen, welche einen Unterschied zwischen „electrischen" und „galvanischen" Funken angenommen, ist die Gestalt, Farbe, und höchst geringe Schlagweite dieses ersteren auf einigen Stufen seiner Erscheinung, nicht gegenwärtig gewesen. Die kleinste Leidener Flasche hat ihre Spannungsgrade, binnen welchen sie Funken giebt, den sogenannten galvanischen gleich; und so fort bis zur gröfsten Batterie. Der Gang aber ist dieser: Es giebt für jede belegte Fläche einen Grad von Spannung, unter welchem bey ihrer Entladung durchaus kein Funke zu sehen ist. Sobald dieser aber überschritten ist,
27] zeigt sich zuerst ein stilles rothes, in die Breite flammendes Sternchen; dieses wird allmälig gröfser, so wie die Spannung zunimmt. Seine Stralen werden geschiedener, dichter, häufiger und länger, und während dessen fängt nun auch an, sich in der Mitte des immer sonnenähnlicheren Sternes ein blaues Pünktchen oder Kügelchen zu zeigen, welches zunimmt, während die Ausbildung des Sterns auch weiter geht. Endlich kommt in der Scale der Spannungen ein Punkt, wo die Zahl und Länge der Stra-

len, während das Kügelchen immer noch zunimmt, deutlich anfangen abzunehmen. Es ist, als wenn sie das wachsende Kügelchen bey steigender Spannung immer mehr in sich verzehrte; bald bleiben nur noch wenige kurze übrig, und endlich sind sie alle mit einander verschwunden. Das Kügelchen, dessen scharfe Grenzen bey diesem ganzen Processe sehr gelitten haben, bleibt allein zurück, und ist nunmehr das, was bey Entladungen immer gröfserer Spannungen der mannichfachen Verzerrungen fähig ist, die man bemerkt, die aber doch immer mehr oder weniger noch die Kugelform, als ihre Norm, beybehalten. Zugleich bemerkt man, wie die rothe Farbe des Sterns, und die blaue des Punkts oder Kerns *), im Fortgange der Versuche [28

---

*) Diese Art von Farbengegensatz als solchem ist merkwürdig, und bey ferneren Untersuchungen über das electrische Licht ja nicht zu vernachlässigen. Aus allem, was mir selbst bereits darüber vorgekommen, sehe ich, dafs die Erscheinung des blauen Kerns in der Mitte mehr von gegenwärtiger freyer positiver, die des rothen Sterns hingegen mehr von gegenwärtiger freyer negativer Electricität, herrührt. Es ist mir nämlich häufig begegnet, bey zu ganz schwachen Spannungen geladenen electrischen Batterieen, . . . ., die vor und während der Entladung auf der negativen Seite abgeleitet waren, die sich also, wie aus noch folgenden Versuchen, (s. §. 27. Anm.,) ganz deutlich werden wird, im Zustande der O auf dieser, und des doppelten + auf der positiven Seite, befanden, . . . . bey ihrer Entladung einen Funken zu bekommen in dem das Blau des [28

immer matter werden, so daſs es scheint, als erlöschten sie zuletzt in der Einen Mittelſarbe des übrig

---

Kerns weit hervorstehender und stärker, die rothen Stralen hingegen eingezogener und matter waren, als wenn jene Batterieen nirgends, oder als wenn sie von der positiven Seite aus, abgeleitet waren, in welchem letzteren Falle das Roth des Sterns und er selbst, eben so häufig stärker und höher zugegen waren, als ohne eine Ableitung. Ich sage: es ist mir dies sehr häufig vorgekommen; ich setze indeſs hinzu: daſs eben so häufig, besonders bey absichtlich vorgesetzten Versuchen darüber, mir wenig oder nichts vorkam,
29] daſs aber alles, was mir wirklich unter den einen oder andern Umständen vorgekommen ist, ohne unter hundert Fällen Eine Ausnahme zu machen, immer die obige Angabe von neuem bestätigt hat.

Bey galvanischen Batterieen ist mir alles eben so wiedergekommen, und zuweilen höchst vollkommen. Schon in den Annalen, B. VII. S. 379., habe ich eines Farbengegensatzes der Funken, bey ihnen, gedacht, nur daſs mich spätere Beobachtungen, (vergl. Annalen, B. VIII. S. 469.), wieder irre machten; ich habe indeſs bey fernerem Umgange mit der Batterie das Phänomen unzählige Male wiederkehren sehen, daſs, wenn ich, bey übrigen gleichen Schliessungsarten und Gliedern, vorher eine Ableitung am negativen Ende der Säule anbrachte, im erhaltenen Funken der blaue Kern, überhaupt das Blau, das Prädominirende war, statt daſs bey einer am positiven Ende der rothe Stern, oder überhaupt das Roth, die Oberhand hatte. — Es sind auch hier Fälle möglich, wo dieser Unterschied nicht merklich ins Auge springt, vornämlich bey gröſseren Batterieen, (der angeführte Fall, Annalen, B. VIII. S. 469., war einer von ihnen). Bey Batterieen von mittlerer

bleibenden Kugelfunkens. Mit dem Erscheinen und Zunehmen des Pünktchens in der Mitte des Sterns fängt übrigens auch das Ganze an, immer *hörbarer* zu werden, und etwas später kommt man auch dahin, eine wirkliche *Schlagweite* des Fun- [29
kens deutlich zu bemerken. Die gröſste Breite des Sterns oder Sonnenfunkens aber, dessen eine belegte Fläche fähig ist, steht zur Zeit seiner schönsten und

---

Gröſse hingegen hat er sich, wenn auch nicht immer, doch sehr oft, und alle Zweifel völlig lö- [30
send, dargeboten, und es ist mir überdies, so wenig wie bey electrischen Batterieen, nicht Eine Beobachtung bekannt, die einmal ein ganz anderes Resultat gegeben hätte. Sehr groſs ist jener Unterschied schon bey Batterieen mit Pappen, die mit bloſsem Brunnenwasser genäſst sind. Sein Maximum aber habe ich besonders bey Batterieen mit Potaschenauflösung, (von 30 bis 100 Plattenpaaren), gesehen. Ich schloſs hier mit (isolirtem) Eisendrahte auf der obern Zinkplatte der Säule. *Ohne alle Ableitung* erhielt ich *schöne rothe Sterne mit dem blauen Kerne* in der Mitte. Bey angebrachter *Ableitung* am *negativen* Ende der Säule hingegen waren alle Funken *bloſs blau*, bey welcher am *positiven* aber beständig weit röther, als ohne eine Ableitung, und oft *bloſs roth*. Es versteht sich, daſs in jenem Falle bloſs der *Kern*, in diesem bloſs der *Stern*, zugegen war. — Zu bemerken ist noch, daſs, wenn der Schall der gewöhnlichen *gemischten Funken*, wie sie erscheinen, wenn die Säule ohne Ableitung ist, ein *Knicksen* zu nennen war, die *mehr* oder auch *bloſs blauen* stark *knackten*, die *mehr* oder *bloſs rothen* hingegen nur schwach *zischten*.

längsten Stralen mit der Gröſse dieser Fläche selbst
im Verhältnisse, so daſs beyde mit einander steigen
und fallen. Sehr kleine Leidener Flaschen haben
30] sie schon bey 1 bis 2''' Durchmesser erreicht,
während die Batterie von 34 Quadratfuſs Sonnen
von 2½'' und darüber im Durchmesser geben kann,
ehe ihre Stralen sich wieder zu verkürzen anfangen.
Zu gleicher Spannung mit einer galvanischen von 600
Zink-Kupfer-Lagen geladen, wie in §. 7., giebt sie
also bey weitem noch nicht den gröſstmöglichsten
Funken, (als wozu eine noch höhere Spannung er-
31] fordert wird,) und es steht zu erwarten, daſs
electrische Batterieen, wie die groſse Teylersche von
550 Quadratfuſs Belegung, bey derselben Entladungs-
weise, wie der unsrer Batterie von 34 Quadratfuſs
Belegung, bey der ihr entsprechenden Spannung, Fun-
kensonnen von ganz ungemeiner Gröſse und Schön-
heit liefern werden. Dieses Phänomen müſste vol-
lends alle Erwartung übertreffen, wenn jene Batterie
mit einer galvanischen von 600, 800, oder vielleicht
auch mehr Lagen, (besonders groſsplattigen, und um
so besser, je mehr sie es sind,) auf die in §. 14. be-
schriebene Art in Verbindung stände, und der Ver-
such auf dortige Weise wiederholt würde *).

---

*) Es ist viel von den Veränderungen die Rede gewesen, welche galvanische Funken erleiden, nachdem man sie aus Leitern verschiedener Oxydabilität, Gestalt, Zustand, u. s. w., oder auch in verschiedenen Medien, als Gasarten, u. s. w., überschlagen läſst. (— Ich brachte einst bey einer Batterie von 100 Lagen die Kette durch

23. Die Uebereinstimmung der Funken galvanischer Batterieen mit den electrischen wird vollends klar, wenn man, nach vollständiger Bekanntschaft mit diesen, an irgend einer grofsen Batterie mit einem guten Leiter von Eisen, nach allen Spannungen, von den niedrigsten aus, stufenweise immer höher schliefst, und so den Funken in seinen Uebergängen beobachtet. Man wird jene electrischen Batterieen hier gleichsam auf Einer Liste verzeichnet finden, und so von hier aus von neuem veranlafst werden, eine galvanische Batterie bestimmter Composition zu vergleichen mit einer electrischen derselben Spannung von bestimmter Belegungsgröfse, so dafs man der electrischen, mit der man die galvanische vergleicht, um so mehr [32

zwey eiserne Würfel zur Schliefsung; von Fläche gegen Fläche schlug der Funke blau, bläulich, von Fläche gegen Kante minder bläulich, mehr weifs, oft schon mit Roth vermischt, von Kante gegen Kante; von Kante gegen Ecke, und von Ecke gegen Ecke, aber, bestimmt sehr röthlich, und meist ganz roth, über. —) Ohne hierüber ins Detail zu gehen, will ich blofs erwähnen, dafs die den Funken an galvanischen Batterieen so ganz gleichen Funken von electrischen Batterieen unter gewissen Umständen, bey gleicher Erhaltungs- und Behandlungsweise, überall die nämlichen Veränderungen erleiden müssen, [32 wie jene. — Es wird sehr interessant seyn, alle diese Verhältnisse einmal, besonders mit Rücksicht auf das in der vorigen Anmerkung Erzählte, verfolgt zu sehen.

Belegung giebt, je besser, bey gleichem Metalle, der Leiter zweyter Klasse in der galvanischen, oder je breiter, bey gleichem Leiter zweyter Klasse, die Platten der Leiter der ersten Klasse, (der Metalle,) sind; u. s. w. Auch wird man sich nicht mehr wundern, sondern es vielmehr höchst natürlich finden, wenn galvanische Batterieen von sehr viel mehr Plattenpaaren, als selbst unsere, also auch weit höherer Spannung, endlich bey der Schliefsung
33] Funken geben, die den gewöhnlichen für electrische genommenen Kugelfunken u. s. w., indem sie aller Sternmachenden Stralen beraubt sind, auf das höchste gleichen; wie dies wohl bey 2000 bis 3000 Lagen der Gröfse, wie der von uns gebrauchten, schon zu erwarten wäre. Freunde vorzüglich glänzender Phänomene werden also wirklich mehr in einer immer weiter gehenden Vergröfserung der Breite der Plattenpaare, (vergl. §. 4. Anm.,) als in einer Steigerung ihrer Zahl ins Unbedingte, (auch wenn dabey schon eine beträchtliche Gröfse jedes einzelnen Paars vorausgesetzt ist,) die Befriedigung ihrer Wünsche finden können; ob es gleich scheint, dafs auch zwischen Plattenbreite und Zahl ein Verhältnifs obwalte, das praktisch vorzugsweise das beste, zur Zeit aber noch unbekannt, ist.

---

24. Die Versuche in §. 5 bis 8. und 9 bis 19. gelingen eben so gut, und ein jeder in dem nämlichen Grade, wenn während ihrer die galvanische Batterie am einen oder dem andern ihrer Pole nach

der Erde zu abgeleitet ist. War diese Ableitung am — Pole angebracht, so befand sich, wie man weiſs, (s. Annalen, B. VIII. S. 447.), an diesem Pole o, am andern aber das doppelte +. Die ganze Spannung der Batterie hatte sich also, ohne —, sogleich von o aus in bloſsem + realisirt. Bey angebrachter Ableitung am + Pole hingegen hatte sie sich, ohne +, sogleich von o aus in bloſsem — zu realisiren gehabt. Ein bloſser Unterschied von o und +, und eben so ein blos- [34 ser von o und —, thut also in obigen Versuchen dasselbe, als ein gewöhnlicher von — und + oder umgekehrt, vorausgesetzt, daſs er eben so groſs ist; wie das in jenen Versuchen der Fall war *).

---

*) Nach dem, was in §. 22. Anm., über die Veränderlichkeit der Funken galvanischer Batterieen bey unmittelbarer totaler Schlieſsung derselben, durch Ableitung am einen oder andern Pole, ist angeführt worden, wird eine nochmalige Untersuchung über den Einfluſs, den solche Ableitungen auch auf physiologische und chemische Phänomene, oder überhaupt auf alle Phänomene auf nassem Wege, haben könnten, allerdings nothwendig. Meine ehemaligen Beobachtungen des Gegentheiles (s. Annalen, B. VIII. S. 469. 470.), könnten immer nur zeigen, daſs dieser Einfluſs, etwa unter gewissen Umständen, und gerade unter denen meiner damaligen Versuche, so geringe sey, daſs er nicht merklich wird, (so wie dies in Hin- [35 sicht des Funkens bey ihnen erwiesen der Fall war). Vorerst würde ich zu entscheidenderen Versuchen, als modificirbare Basis, Phänomene vorschlagen, wie Gru-

25. So thut auch ferner ein bloſser Unterschied von + und +, und eben so ein bloſser von — und —, ganz eben dasselbe, vorausgesetzt nur, daſs er abermals gleich groſs sey. Man stellt den ersten dar, indem man z. B. von einer Electrisirmaschine der ganzen galvanischen Batterie eine hinreichende Quantität $+E$, den zweyten, indem man ihr eine gleiche von $-E$, zuführt, und darauf den Zuleiter wegnimmt. Man sieht hierbey im ersten Falle das Electrometer, welches am Kupferpole anfangs mit — divergirte, zusammensinken, und darauf wieder mit + aus einander gehen, während es am Zinkpole, wo es von Anfang an mit +
35] divergirte, blos darin erhöht wird. Im zweyten Falle steigt das Electrometer am — Pole sogleich, und fährt damit fort, während am + Pole es erst zusammensinkt, und darauf von neuem ebenfalls mit — aus einander geht. In beyden Fällen aber wird man, wenn man sowohl während als nach der Zuleitung fremden $E$'s das Electrometer so mit der Batterie verbindet, wie in §. 5., die nämli-

---

NER, (s. Annalen, B. VIII. S. 220.,) PFAFF, (daselbst, S. 231. 232.,) HUTH, (daselbst, B. X. S. 45. 46.,) und VON HAUCH, (s. Nordisches Archiv, B. II. St. 2. S. 38. 39.,) beschrieben, und ich in VOIGT's Magazin B. IV. S. 607 — 613. näher erörtert habe. Versuche mit concentrirter Schwefel- und Salpetersäure lieſsen sich ebenfalls anstellen. Ich werde diesen Gegenstand in Kurzem vornehmen, da die Resultate, wie man wohl merkt, nach vielen Seiten von Wichtigkeit seyn müssen.

che ganze Spannungsdivergenz, (s. §. 3 und 5.), behalten oder wiederfinden, die die Batterie vor aller Zufuhr fremden *E*'s zeigte. Mit so zubereiteten Batterieen fallen die vorhin angeführten Versuche nun ganz eben so aus, wie ohne dies, es sey, dafs man vor der Verbindung mit den electrischen, oder nach derselben, die Uebersetzung jener von der Electrisirmaschine aus mit diesem oder jenem *E* vorgenommen habe. Ich darf aber nicht erst wiederholen, was oben bereits ein für alle Mal ist [36 vorausgesetzt worden, dafs, wo die Ausnahme nicht ausdrücklich erwähnt ist, alles bey durchgängiger Isolation von allem und jedem vorgenommen wurde.

26. Man nöthige ferner durch Ableitung am einen Pole eine galvanische Batterie zur Spannung zwischen 0 und +, oder 0 und —. Wir wollen das + oder das —, das eine solche Batterie unter diesen Umständen am äufsersten Ende hat, seiner Quantität nach mit 4 bezeichnen. Die Ableitung am Zinkpole versetzt die Batterie in den Zustand Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.], die Ableitung am Kupferpole in den von Fig. 41. [Taf. I. Fig. 3.]. Das Batteriestück *hb* = *ib* = *kb* in Fig. 41. [Taf. I. Fig. 3.], und so das entgegengesetzte *ka* = *ia* = *ha* in Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.], werden jetzt halbe Batterieen derselben Art vorstellen, wie vorhin die von der Electrisirmaschine aus mit — oder + *E* präparirten ganzen. Man wiederhole mit ihnen, welche Versuche aus §. 5 bis 8. und 10 bis 19. man will, der Erfolg wird genau der nämliche seyn, als wenn der Versuch mit einer Batterie aus

zwey Säulen, (oder 300 Lagen), die sich ganz im Zustande von Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.], befindet, angestellt wäre. Ueberhaupt, welches Batteriestück aus Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.] oder Fig. 41. [Taf. I. Fig. 3.] man auch nehme, die Wirkung wird durchaus mit der von einer gleich grofsen Batterie im gewöhnlichen Zustande, übereinstimmen.

27. Bis daher war zur Darstellung solcher Batterieen, oder Theile derselben, die mit einem blofsen Unterschiede von + und +, oder — und —, in den Versuch eingiengen, für ganze
37] eine Zuleitung fremden $E$'s, für Theile aber eine Ableitung des einen oder andern eignen $E$ an den Enden der ganzen, erforderlich. Man kann aber Batterieen construiren, die zu Folge einer ausserhalb der Enden, irgendwo in ihrer Mitte angebrachten Ableitung, an ihren beyden Enden + und +, oder — und —, mit einem blofsen Unterschiede desselben zeigen, und mit solchem ihrem Unterschiede genau das nämliche verrichten, wie andere mit einem eben so grofsen Unterschiede von o und +, oder o und —, oder noch andere mit einem eben so grofsen gewöhnlichen von — und +, und umgekehrt. Wenn man die vier Säulen der Batterie mit einander wie in Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.] verbindet, woraus die Vertheilung der Electricitäten so hervorgeht, wie sie daselbst verzeichnet
38] ist *), und nun in $r$ eine Ableitung anbringt:

---

*) Obgleich der Versuch mir das Resultat in der That so lieferte, wie Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.] es an-

so ordnen sich die *E* der Batterie in das Schema der Fig. 44. [Taf. I. Fig. 6.]; die Enden α und ω der Batterie haben beyde +, jedoch mit einem Unterschiede = 2. Eben so, wenn man die vier Säulen wie in Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.] verbindet, dadurch die daselbst verzeichnete Electricitätsvertheilung bewirkt, und darauf in *t* ableitet, ordnen sich

---

giebt, so glaube ich doch, daſs eine zu geringe Empfindlichkeit des Electrometers sowohl, als ein, der kurzen Zwischenzeit ungeachtet, doch schon zu spätes Anbringen an *r* und anderen Orten in gedachter Figur, bloſs Schuld gewesen ist, daſs jenes sich nicht wirklich um ein Weniges anders gezeigt hat, als es der Fall war. Das $\frac{1}{2}$ — der letzten Säule IV., Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.], welches sie vor der Verbindung mit den drey übrigen hatte, konnte, unter den Umständen, die nach meinem Wissen im Versuch obwalteten, unmöglich anders zu einem höheren Grade gebracht werden, als daſs die Säule III., Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.] einen Theil ihres eigenen — an sie abtrat, sie gleichsam damit lud. Diesen Theil verlor sie also; ein solches Verlieren ist es aber, und nichts anderes, was, wenn es weit genug geht, [38 das sogenannte Phänomen der Ableitung ausmacht, wo der abgeleitete Theil auf 0, der entgegengesetzte aber auf das Doppelte (+) erhoben wird. Es muſs also im Augenblicke des Zusammenkommens der Säule III. mit IV., an *r* nothwendig weniger als $1\frac{1}{2}$ — und an α mehr als $1\frac{1}{2}$ + zugegen gewesen seyn. Sogleich im nächsten Augenblicke darauf trat dann die bekannte Eigenschaft galvanischer Batterieen, sich nach aufgehobener Ableitung, (hier nach geendigtem Abgeben von —,) wieder in die alte Ordnung zu begeben; (s. An-

die *E* der Batterie in das Schema der Fig. 45. 39] [Taf. I. Fig. 7.]; die Enden δ und β haben beyde —, doch abermals mit einem Unterschiede = 2. Man wiederhole nun mit jeder dieser Batterieen den Versuch §. 7. Die electrische Batterie wird dieselbe Spannung, obgleich ebenfalls in einem blossen Unterschiede von + und +, oder — und —, zeigen, als von einer gewöhnlichen galvanischen aus zwey Säulen geladen, wo die Spannung als Unterschied von + und — zugegen ist. Sie giebt bey der Entladung denselben Schlag, denselben Funken, wie nach der Entladung einer auf letzterem Wege erhaltenen Ladung, oder auch als im einen oder andern Versuche in §. 26. *).

---

nalen, B. VIII. S. 451.,) ein, und so mochte es kommen, daſs, obgleich während dessen die Säule III, so wie sie selbst wieder mehr — bekam, doch immer noch etwas an die Säule IV. abgeben muſste, u. s. w., doch, als ich das Electrometer anbrachte, alles dies weit genug gediehen war, um das Resultat bis auf ein Unmerkliches so zu geben, als der §. 27. und Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.] es angeben. Das nämliche gilt, nur auf seine Art, von Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.]. Ich habe damals über der Menge von Versuchen vergessen, diesen einzelnen selbst weiter zu verfolgen. Daſs dies übrigens für die in §. 27. u. f. vorgetragenen Resultate von keinen Folgen sey, wird man von selbst bemerken.

*) Die in diesem §. bis §. 29. vorkommenden Spiele von Electricitätsvertheilung an galvanischen Batterieen verdienen, daſs man mit ihnen ganz bekannt sey, um nicht zuweilen in vorkommen-

28. Eben so kann man auf die im vorigen [40 §. angezeigte Weise Batterieen construiren, deren En-

---

den Fällen auf Paradoxieen zu stofsen, wo keine sind. Ich will deshalb noch einige von ihnen angeben, so wie ich sie aus genauer Prüfung kenne, und wie sie geschickt sind, als Wegweiser selbst in den verwickeltsten Fällen zu dienen. Zur Ersparung des Raums drücke ich ganze Säulenverbindungen durch Eine Linie aus, an der jede Grenze der einen Säule mit der andern durch einen kleinen Strich angezeigt ist, wie in Fig. 58. [Taf. II. Fig. 20.], welche Figur die nämliche Batterie vorstellt, als Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.], und aus deren näherer Beschaffenheit man alle folgenden von selbst verstehen wird.

Also: Fig. 58. [Taf. II. Fig. 20.], in *D*, (= r Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.]), abgeleitet, giebt Fig. 59. [Taf. II. Fig. 21.], (= Fig. 44. [Taf. I. Fig. 6.]), wie man schon weifs. In *C* abgeleitet, entsteht Fig. 60. [Taf. II. Fig. 22.]. In *B*, wird sie zu Fig. 61. [Taf. II. Fig. 23.]. In *A*, zu Fig. 62. [Taf. II. Fig. 24.]. In *E*, kommt Fig. 60. [Taf. II. Fig. 22.] wieder. In *d* abgeleitet, entsteht Fig. 63. [Taf. II. Fig. 25.]. In *c* bleibt Fig. 63. [Taf. II. Fig. 25.]. In *b*, [40 wird sie die anfängliche Fig. 58. [Taf. II. Fig. 20.] wieder. In *a*, entsteht Fig. 64. [Taf. II. Fig. 26.].

Fig. 65. [Taf. II. Fig. 27.] ist = Fig. [43 [Taf. I. Fig. 5.]. In *B*, (= *t*, Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.]), abgeleitet, entsteht Fig. 66. [Taf. II. Fig. 28.], (= Fig. 44. [Taf. I. Fig. 6.]). In *C*, Fig. 67. [Taf. II. Fig. 29.]. In *D*, Fig. 68. [Taf. II. Fig. 30.]. In *E*, Fig. 69. [Taf. II. Fig. 31.]. In *A*, erscheint Fig. 67. [Taf. II. Fig. 29.] wieder. In *a* abgeleitet, entsteht Fig. 70. [Taf. II. Fig. 32.].

41] den eine Differenz von o und +, oder o und —, haben, obgleich die Ableitung nicht am einen

---

In *c*, kehrt Fig. 65. [Taf. II. Fig. 27.] wieder. In *d*, wird Fig. 71. [Taf. II. Fig. 33.] Keine einzige mit Fig. 42 oder 43. [Taf. I. Fig. 4. oder 5.] vorgenommene Ableitung hat indeſs den anfänglichen Endunterschied der ganzen Batterie im mindesten, bloſs seinen Ausdruck, geändert.

Wie Fig. 46 bis 49. [Taf. I. Fig. 8 bis 11.], bey Ableitungen an diesem oder jenem Orte, werden müssen, kann man aus dem eben Erwähnten schon mit leichter Mühe finden.

Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.], an *B* abgeleitet, giebt Fig. 72. [Taf. II. Fig. 34.]. An *D*, Fig. 73. [Taf. II. Fig. 35.]. An *C*, stellt sich Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.] wieder her, und bleibt bey Ableitung an *A*, oder an *E*. Dieselbe Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.] in *a* oder *c* abgeleitet, giebt gleiche Fig. 74. [Taf. II. Fig. 36.]. In *b*, oder in *d*, gleiche Fig. 75. [Taf. II. Fig. 37.]. Man sieht dabey, wie durch keine von allen Ableitungen eine Differenz zwischen die beyden von Anfang an nicht verschiedenen Enden der Batterie gebracht werden kann.

Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.] geht durch Ableitung in *A*, über in Fig. 76. [Taf. II. Fig. 38.]. In *E*, ebenfalls. In *B*, wie in *D*, kehrt sie zu Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.] zurück. In *C*, wird Fig. 77. [Taf. II. Fig. 39.]. In *a*, oder in *d*, abgeleitet, entsteht Fig. 78. [Taf. II. Fig. 40.]. In *b*, oder in *c*, Fig. 79. [Taf. II. Fig. 41.].

Fig. 52. [Taf. I. Fig. 14.] in *A*, oder in *E*, abgeleitet, giebt Fig. 80. [Taf. II. Fig. 42.]. Man sieht, daſs man für die folgenden Fälle nur in Fig. 76 bis 79. [Taf. II. Fig. 38 — 41.] überall das +

oder andern dieser Enden selbst geschah. Zu [42
einer Differenz erster Art braucht man in Fig. 42.

---

in —, und das — in +, umändern, und, statt Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.], Fig. 52. [Taf. I. [41
Fig. 14.] setzen darf, um sie alle zu kennen.

Das vielleicht besonders Auffallende in den Verwandlungen der Fig. 51 und 52. [Taf. I. Fig. 13 und 14.] in Fig. 76 und 80. [Taf. II. Fig. 38 und 42.], tritt mehr heraus bey Fig. 53 und 54. [Taf. I. Fig. 15 und 16.] Fig. 53. [Taf. I. Fig. 15.] in *A* abgeleitet, giebt Fig. 81. [Taf. II. Fig. 43.]. So auch in *E*. Und eben so in *C*. In *B*, oder in *D*, wird Fig. 82. [Taf. II. Fig. 44.]. Ableitungen in *a*, in *b*, in *c*, oder in *d*, geben alle dieselbe Fig. 53. [Taf. I. Fig. 15.] wieder. Was Fig. 54. [Taf. I. Fig. 16.] giebt, sieht man, wenn man in Fig. 81 und 82. [Taf. II. Fig. 43 und 44.] überall + statt —, — statt +, und statt Fig. 54. [Taf. I. Fig. 16.], Fig. 53. [Taf. I. Fig. 15.] setzt.

Vollends aber fällt jene Sonderbarkeit ganz ins Auge bey der näheren Geschichte der Fig. 56 und 57. [Taf. I. Fig. 18 und 19.]. Daſs, wenn man in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] an auch nur Einem *B* ableitet, alle Säulen an *A* 1 + haben, versteht man; man leitete doch an allen *B*'s zugleich ab. Dasselbe gilt von der Ableitung an Einem *A*, nach der Alle *B* 1 — haben. Der erste Fall ist identisch mit einer Ableitung in Fig. 56. [Taf. I. Fig. 18.] an *B*, der zweyte mit einer in Fig. 57. [Taf. I. Fig. 19.] an *A*. Im ersten war in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] der obere, im zweyten daselbst der untere Verbindungsdraht überflüssig. — Aber: man leite in Fig. 56. [Taf. I. Fig. 18.] an Einem *A* ab

43] [Taf. I. Fig. 4.] nur in *i*, (= *C*, Fig. 58. [Taf. II. Fig. 20.]; s. §. 27. d. Anm.), abzuleiten,

---

(d. i., setze es auf 0 herab), und Alle Säulen haben an *A* 0, und an *B* 1 —. Man leite in Fig. 57. [Taf. I. Fig. 19.] an Einem *B* ab, und Alle Säulen haben an *B* 0, und an *A* 1 +.

In diesen Versuchen waren nur vier Säulen mit einander verbunden. Aber Tausende könnten es seyn, und noch mehr, und alle würden auf die Ableitung an Einem *A* in Fig. 56. [Taf. I. Fig. 18.], an Allen *A*'s 0, und an Allen *B*'s 1 —, und so 42] auf die Ableitung an Einem *B* in Fig. 57. [Taf. I. Fig. 19.], an Allen *B*'s 0, und an Allen *A*'s 1 + haben; (vorausgesetzt, daſs alle Säulen von Anfang gleicher Spannung waren). Und was man auch durch irgend eine Ableitung an dem oder jenem zwischen *A* und *B* an Einer Säule gelegenen Orte im einen oder andern Falle an *A* oder *B* selbst setzen möchte, an Allen würde es an *A* oder *B* damit zugleich gesetzt seyn.

Man sieht jetzt, was der Erfolg seyn müsse, wenn die Säulen von verschiedener Höhe sind, d. i., bey gleicher Natur der Plattenpaare aus einer verschiedenen Anzahl derselben bestehen. Und in der That, was waren Figuren, wie Fig. 41 und 43. [Taf. I. Fig. 3 und 5.], schon anderes, als Fälle dieser Art? Die drey ersten Säulen z. B. in Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.], (= Fig. 58. [Taf. II. Fig. 20.]), sind völlig gleich Einer von dreyfacher Höhe. Man leitet in *A* ab, und die dreyfache Säule *A B C D* in der entstandenen Fig. 62. [Taf. II. Fig. 24.] hat bey *A* 0, bey *D* aber 3 —; aber auch die einfach Säule hat bey *D* 3 —, bey *E* hingegen 2 —, welches

und die Batterie bekommt das Ansehen von Fig. 60. [Taf. II. Fig. 22.] mit 0 am einen, und 2 + [14

---

ihr Ende ist, und zwar ihr + Ende, sobald sie für sich allein steht. Auf ähnliche Weise, nur überall + statt —, ist Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.] zu verstehen.

Ueberhaupt bemerkt man, (wenn man es noch nicht bemerkt hat,) jetzt, worauf das ganze Spiel von Electricitätsvertheilung, was in dieser Anmerkung erörtert worden, hinauslaufe.

Man erinnere sich an das, was ich über Ableitung an homologen Säulen in Annalen, B. VIII. S. 447 — 449. , vorgebracht; man denke daran, daſs, was dadurch am Ende Einer homologen Säule gesetzt wird, sich Allen mittheilen müsse, daſs also jedes Ende einer solchen für seine gesammte Nachbar- [43
schaft gleichsam den zuführenden Leiter der Electrisirmaschine in §. 25. mache; man sehe zurück, was dort geschah, als + oder — zugesetzt wurde, d. h., man gebe Acht auf die nothwendige Behauptung der einmal durch jede Säule an und für sich geforderten Spannung, in was es auch sey, — und man wird unter allen erwähnten Säulencombinationen und dem mannichfachen Wogenspiele ihrer Electricitäten nicht Einen Fall mehr antreffen, den man nicht sogleich übersähe; und unter den nicht angeführten noch unendlich vielen möglichen, wird nicht Einer so complicirt seyn können, daſs nicht eine augenblickliche Ueberlegung sogleich zurechtweise.

Was in dieser Anmerkung zur Geschichte der Spannungen galvanischer Batterieen ist angeführt worden, gilt übrigens nicht allein von Spannungen dieses Vorkommens, sondern geradezu von al-

am andern Ende. Zu einer Differenz zweyter Art leitet man in Fig. 43. [Taf. I. Fig. 5.], und

---

len und jeden, die mit ihnen einerley Art, d. i. electrischer, sind.

Wenn die (gehörig isolirte) electrische Batterie im Versuche §. 7. oben, von der galvanischen aus geladen ist, und die Verbindungsdrähte jetzt ausgehoben werden, so zeigt, wie bekannt, die eine Belegung am Electrometer +, die andere —, beydes ungefähr gleich groſs, also, (wenn wir bey den oben von der galvanischen Batterie gebrauchten Zahlen bleiben,) von jedem 2. Man leitet an der — Belegung ab, und die 2 + der andern springen plötzlich auf 4 +. Man leitet an der + Belegung ab, und die
44] 2 — der anderen springen eben so schnell auf 4 —. Man leitet an der — Belegung ab, indem sie auf 4 — steht; sie wird 0, und die + Belegung springt von 0 auf 4 +: man leitet an dieser ab, indem sie 4 + hat; sie wird 0, und die — Belegung springt von 0 auf 4 — zurück. Man sieht, eine geladene electrische Batterie, eine geladene Fläche Glas überhaupt, verhält sich in dieser Hinsicht, (von anderen ist hier nicht die Rede,) genau wie eine galvanische Batterie, und das Glas zwischen der einen Belegung und der anderen gleicht völlig dem Körper der letzteren, (vergl. Annalen, B. IX. S. 223,) von ihrem einen Ende bis zum anderen.

Die Abtheilung *B'* der Batterie, (s. §. 2.,) besteht aus vier groſsen Flaschen. Man lade zwey davon, (*a* und *b*,) an der galvanischen Batterie nach Art des §. 7. Man verbinde darauf die positiven Belegungen, (α und α,) beyde mit einem Drahte, die negativen, (β und β,) aber lasse man für sich. Jene, (α α,) afficiren das Electrometer mit 2 +, jede von diesen,

gleichfalls in *i*, (= *C*, Fig. 65. [Taf. II. Fig. [45 27.]), ab, und die Batterie wird zu Fig. 67. [Taf.

---

(β β,) mit 2 —. Man leitet an der — Belegung der einen Flasche, (an α β,) ab. Sie wird 0, aber sie nicht allein, sondern die gleichnamige der andern Flasche, (*b* β,) ebenfalls. Die 2 + an der gemeinschaftlichen + Belegung, (α α,) aber sind auf 4 + gestiegen. Hätte man vorhin, statt der positiven Belegungen, die negativen verbunden, die positiven (*a* α und *b* α) somit für sich gelassen; so würden bey der Ableitung an der einen + Belegung ebenfalls beyde auf 0 herabgekommen, die 2 — der gemeinschaftlichen — Belegung aber auf 4 — gekommen seyn. (Ich brauche nicht zu erwähnen, daſs der Er- [45 folg durchgängig derselbe ist, wenn man die Flaschen u. s. w., statt von der galvanischen Batterie aus, durch eine gewöhnliche Electrisirmaschine, oder durch eine hinreichende Anzahl Funken eines Electrophors, bis zur nämlichen Spannung geladen hat.)

Ferner: man lade die eine Flasche, (*a* z. B.,) von der Electrisirmaschine aus bis zur doppelten Spannung der vorigen, und habe die Electricitäten an den Belegungen durch Ableitung so gestellt, daſs die eine 0, die andere 8 +, zeigt. Die andere Flasche, (*b*,) aber habe man, (am kürzesten von der galvanischen Batterie aus,) bis zur einfachen Spannung, (= 4,) geladen, und durch gehörige Ableitung ebenfalls die eine Belegung auf 0, die andere aber auf 4 + gestellt. Man verbinde die beyden Belegungen von *a* und *b*, welche 0 haben, mit einander, und leite nun an der Belegung der Flasche *a* ab, welche 8 + hatte. Sie wird 0; die verbundenen Belegungen von *a* und *b* springen beyde auf 8 —, und die Belegung von *b*, welche vorhin 4 + hatte, erhält 4 —. Leitet man

II. Fig. 29.] mit o am einen und 2 + am andern 46] Ende. Sie verhalten sich in Hinsicht der La-

---

darauf an der — Belegung von *b* ab, so wird sie o; die verbundenen Belegungen springen auf 4 +, und die — Belegung von *a* erhält 4 —.

Ich habe hier in wenigen Versuchen das Verhalten geladener electrischer Körper, (Flaschen, Batterieen, . . . . ,) unter sich erwähnt, wie vorhin das Verhalten galvanischer Batterieen unter sich. Verhalten sich beyde, (in der Hinsicht, von der 46] hier die Rede ist,) so identisch, wie man gesehen hat, so ist kein Zweifel, daſs sich nicht beyde auch gegen einander so verhalten sollten. Aber man braucht den Versuch auch nur anzustellen, um es wirklich zu sehen.

Man weiſs, daſs oben in §. 7. die electrische Batterie vor der Trennung von der galvanischen, an der einen Belegung 2 +, an der andern 2 —, hatte. Man nehme den Draht, der die — Belegung mit dem Kupferpole der galvanischen verband, ab, lasse aber den andern Verbindungsdraht, und leite an der — Belegung der electrischen ab. Sie kommt auf o, die + Belegung auf 4 +, der Zinkpol der galvanischen Batterie ebenfalls, der Kupferpol derselben aber auf o, und doch war er mit jener — Belegung nicht verbunden. Man leite jetzt in der Mitte der galvanischen Batterie ab: alles ist wieder in dem Zustande, wie vor dem Versuche. Man leite darauf am Kupferpole der galvanischen Batterie ab. Seine 2 — kommen auf o herab, der Zinkpol auf 4 +, eben so die mit ihm verbundene Belegung der electrischen Batterie, die entgegengesetzte derselben aber kommt von — auf o herab, und doch war sie abermals nicht mit dem Kupferpole jener Batterie unmittelbar verbunden.

dungsgröfse, welche sie electrischen Batterieen mittheilen, ganz genau wie die Hälften *ai* und *ai* von Fig. 40 und 41. [Taf. I. Fig. 2 und 3.], oder wie die anderen, *ib* und *ib* derselben Figuren, oder irgend eine der ganzen Batterieen Fig. 42 bis 45. [Taf. I. Fig. 4 bis 7.] *). [47

---

Von ferneren Fällen des Vorkommens und der Anwendung dessen, was diese Anmerkung zeigte, wird in der Folge die Rede seyn.

*) Ich habe von §. 27. an immer nur von der Gleichheit der Entladungsphänomene electrischer Batterieen mit denen gesprochen, die sie in §. 26., und überhaupt in jedem Versuche, geben, wo sie nur mit einer Differenz = 2, zu der nicht mehr als 300 Lagen verwandt waren, geladen wurden. Sie können es aber in der That auch nur seyn, die sich gleichen, die Differenz = 2 sey das Resultat von 300, oder, wie von §. 27. an, von 600 Lagen. Die Ursache ist leicht zu entdecken. In §. 26. beruht die Leichtigkeit, mit der die Differenz = 2 sich der electrischen Batterie mittheilt, auf dem Grade der Leitung, den die Masse des dazu angewandten galvanischen Batteriestücks erlaubt, und es wird dazu kein gröfseres verwandt, als eben unumgänglich nöthig ist. In §. 27 und 28. hingegen ist die Differenz auch nur = 2, das dazu angewandte galvanische Batteriestück ist indefs noch einmal so grofs, als das vorige; die Leitung, die in §. 26. Statt hatte, wird somit gerade um so viel vermindert, als 600 Lagen, als bloſser Leiter betrachtet, schlechter leiten, wie jene 300. Es sey dies nun, so viel oder so wenig es wolle: die Leichtigkeit, mit der die galvanische Batterie ihre Enddifferenz der electrischen mittheilt, die Geschwindigkeit, womit, das

48] 29. Galvanische Batterieen, die ganz von sich selbst, ohne irgend eine fremde Zuthat, am

---

Moment, mit dem es geschieht, ist ein kleineres, und das Ladungsphänomen, da es sich verhält wie dieses, ebenfalls. Wie viel aber das Vorhandenseyn überflüssiger Plattenpaare im Kreise, jeder Art von Wirkung, die eine gewisse Anzahl derselben üben soll, in
48] der That nachtheilig sey, macht der erste beste Versuch darüber sogleich deutlich. 1. Ich verband eine Röhre mit verdünnter Lackmustinctur, (der guten Leitung wegen,) und Golddrähten, bey 1 Linie Abstand ihrer Enden von einander, mit den 300 Lagen *ah* in Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.]. Es brach eine bestimmte und sehr groſse Menge Gas hervor. 2. Ich verband dieselbe Röhre mit den 600 Lagen *αω*, und die Gasentbindung war sehr viel schwächer. 3. Ich bestimme mit der nämlichen Gasröhre den Grad der Gaserzeugung von 200 Lagen, z. B. von *mx* in Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.]. 4. Ich schlieſse darauf 200 Lagen in gedachter Figur, z. B. eben *mx*, durch Eisendraht total, wodurch sogleich, da nun von *c* und *d* aus den 300 Lagen in *a* und *b* nur noch 100 entgegenstehen, 200 in Freyheit gesetzt werden: ich verbinde darauf mit der Gasröhre *A* und *C*, aber die Gaserzeugung wird viel schwächer, als vorhin. 5. Ich prüfe darauf den noch immer ganz beträchtlichen Grad der Gasentbindung von nur 100 Lagen, z. B. von *my* in Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.]. 6. Ich schlieſse darauf diese 100 Lagen mit Eisendraht total, wodurch sogleich 100 andere in Freyheit gesetzt werden; ich verbinde darauf mit der Gasröhre *A* und *C*, aber die Gaserzeugung ist um so viel schwächer als in 5., daſs sie nur so eben noch erscheint.

Wie in Hinsicht auf chemische Wirkungen,

einen ihrer Enden o, am anderen +, [49 oder —, zeigten, habe ich zu Ladung electrischer Batterieen nicht angewandt; eben so wenig galvanische Batterieen, die von sich selbst, an beyden ihrer Enden +, oder an beyden —, mit einem bloſsen Unterschiede des Grades *), zeig-

so ist dies alles auch der Fall in Hinsicht des Schlags, des Funkens, u. s. w. Aber warum sollte dieſs alles nicht? — In 2. hat die Action von 300 [49 Lagen noch das Hinderniſs von anderen 300, in 4. die von 200 Lagen das von noch 200, in 6. hingegen die von 100 Lagen sogar das von noch 400, ganz unnützerweise zu überwinden, indeſs in 1., in 3., und in 5., jede Anzahl Lagen es nur mit dem eigenen, nicht zu umgehenden, zu thun hat. — Nach solchen Erfahrungen werden also wohl Versicherungen, wie Volta's, (s. meine Beyträge, B. I. St. 4. S. 207.), und ähnliche Anderer, die sich auf die seinige verlieſsen, einiger Einschränkung bedürfen. — Daſs übrigens in den obigen Versuchen der nachtheilige Einfluſs der unnütz vorhandenen Lagen, nach dem mehr oder weniger guten feuchten Leiter darin, seiner Quantität nach sehr veränderlich seyn müsse, versteht sich von selbst.

*) Es ist Einigen vielleicht nicht gleichgültig gewesen, von §. 24. an Differenzen von o und + oder o und —, und fast noch weniger, bloſse Differenzen von + und +, oder — und —, in Ladung electrischer Batterieen genau das nämliche ausrichten zu sehen, als die gewohnteren Differenzen von + und —, und daſs es dabey für diese gleichen Erfolge allein darauf ankam, daſs die Differenzen der einen oder anderen Art, als Differenz, eine und dieselbe Gröſse hatten. Ich erinnere in dieser Hinsicht vorzüglich an den Fall §. 26. Es werden [50

50] ten. Ich habe überhaupt vergessen, Batterieen dieser Art zusammenzusetzen. Fig. 46 und 47.

---

diese anscheinenden Paradoxieen in der Folge völlig gelöst werden; ich füge also bloſs das noch bey, was damit ebenfalls gelöst werden wird.

Wie in §. 26. z. B. die Differenz = 2 von + und +, u. s. w., genau wie eine Differenz = 2 von + und —, u. s. w., wirkt, so thut sie es auch, wie ich aus den genauesten Versuchen unter möglichster Isolation weiſs, in chemischer und physiologischer Hinsicht; auch der Funke bey Schlieſsung der Batterie selbst durch Eisendraht ist derselbe. Das Gleiche gilt auf seine Weise auch von Batterieen, wie sie §. 25. angiebt. Ueber Batterieen, wie in §. 27 und 28., ist das Nöthige in der Anmerkung zu §. 28. schon angeführt worden, und man sieht, nach Abzug dessen, was daselbst auf Rechnung des gröſseren Leitungshindernisses kommt, auch da keine Ausnahme. Man hat indeſs, was an allen diesen Fällen paradox erscheint, in der That schon häufig genug in den allerältesten galvanischen Versuchen mit einfacher Kette an Fröschen . . . . gehabt. Es sey in einem solchen Versuche die eine Armatur von Zink, die andere von Eisen, und man verbinde beyde mit Silber, das man in der bloſsen Hand hält, an dem also eine Ableitung angebracht ist. Zink und Eisen werden mit Silber +, das erste mehr wie das zweyte; dies aber —. Man drücke den Ueberschuſs der *Z S*-Differenz über die von *Z E*, gleichviel durch welches Verhältniſs, (also z. B. durch das Verhältniſs beyder Differenzen = 2 : 1), aus, so bekam, indem man die
51] Armaturen verband, *Z* 2 +, *E* 1 +, und *S* war 0. (Vergl. Fig. 83. [Taf. II. Fig. 45.].) Die Action der Kette gleicht aber hier bekanntermaſsen dem

[Taf. I. Fig. 8 und 9.], (wo jede der drey Säulen aus 150 Lagen besteht), und Fig. 48 und 49. [51

---

electrischen Unterschiede von *Z* und *E*, (= 1); dieser hat sich hier als blofser Unterschied von + und + zu realisiren gehabt, und dennoch wirkt die Kette so gut, als wenn an *S* keine Ableitung, überhaupt kein *S*, da gewesen wäre, die Differenz von *ZE* also sich durch ½ + und ½ — ausgedrückt gehabt hätte. Der Erfolg ist derselbe, wenn *Z* und *E* durch *S* zu Einem Bogen verbunden werden, und mit diesem geschlossen wird; (auch ist der Versuch so reiner). Den entgegengesetzten Fall einer blofsen Differenz von — und — bey *EZS*, (vergl. Fig. 84. [Taf. II. Fig. 46],) versteht man ebenfalls. Solcher Fälle sind eine Menge möglich; alle Schemata von Batterieen von §. 24 an bis §. 30. sind so als einfache Kette längst da gewesen, und eben so mag fast nicht Ein Fall von *E*-Vertheilungsspielen, die in §. 27. Anm. vorkamen, seyn, der nicht ebenfalls schon in der einfachen Kette da war; so wie man überhaupt hiermit sieht, wie alles dort Gesagte, von Reihen von Leitern, (= Excitatoren,) identischer Klasse gleichfalls bis ins Unendliche gelten müsse; es sey von Leitern der ersten oder der zweyten Klasse. Denn dafs auch verschiedene Individuen dieser zweyten Klasse bey ihrem Conflict in ein electrisches Spannungsverhältnifs treten, bewies Volta durch Versuche schon in seinen (anonymen) Briefen an Aldini, (Como im April 1798,) in Brugnatelli's *Annali di Chimica*, T. XVI. p. 79.

Electrische Batterieen so zu laden, dafs man [52 sogleich an jeder Belegung nichts, als +, oder nichts, als —, mit einem blofsen Unterschiede beyder, an-

[Taf. I. Fig. 10 und 11.], (wo zwey Säulen zusammen 375, die dritte aber 225 Lagen enthält),

---

bringt, diese Aufgabe scheint durch galvanische Batterieen der Art, wie in §. 26 und 27. vorkommen, ihre einfachste Auflösung erhalten zu haben. Aus §. 27. zwar kann man abnehmen, wie 2 Electrisirmaschinen .... etwa vorzurichten wären, um das nämliche zu leisten, es wird aber für die Ausführung mit einer Menge Schwierigkeiten verbunden seyn, und mancher Zweifel übrig bleiben, statt dafs man, besonders in §. 27., schlechterdings keine Möglichkeit sieht, dafs sich an den ladenden Polen der galvanischen Batterie etwas anderes als $+E$ vor- und einfinden könnte.

Es ist nicht schwer, Leidener Flaschen und Batterieen in der That so vorzurichten, dafs sie geladen sind, und aufsen sowohl wie innen dennoch nichts wie $+E$, oder nichts wie $-E$, mit dem blofsen Spannungsunterschiede der Ladung selbst, zeigen. Es mögen $A$ und $B$ die beyden Belegungen der Batterie seyn. Man verbinde $A$ mit dem $+$ Conductor der Maschine ...., indefs an $B$ abgeleitet wird. Man lade so zu einem beliebigen Grade der Spannung. Die Batterie ist auf ganz gewöhnliche Weise geladen. Sie hat an $A +$, z. B. 4; an $B$ hat sie 0. Man nehme nun die Ableitung von $B$ ab, und drehe die Maschine noch etwas. Die $4 +$ an $A$ steigen, z. B. auf $8 +$, und $B$ geht von 0 zu $4 +$. Man hat die Batterie nicht höher geladen; man hat nur ihrer Spannung einen anderen Aus-
53] druck gegeben. Man entladet die Batterie, und sie verhält sich ganz wie bey der gewöhnlichen Differenz $= 4$. Wie Batterieen mit gleichem Unterschiede von blofsem $-$ zuzurichten sind, sieht man ebenfalls, und findet überdies nach bekannten Gesetzen noch eine

würden die ungefähren Schemata dazu seyn. [52
Aber auch nur die ungefähren; aus Gründen, die

---

Menge Weisen, für eine oder die andere Batterie zu gleichem Zwecke zu gelangen. Immer giebt eine solche Batterie bey der Entladung die Phänomene einer zu gleicher Spannung geladenen und im ganz gewöhnlichen Ausdrucke derselben gebliebenen Batterie. Aber doch ist keine von allen diesen Batterieen ihrer Darstellungsweise nach das, was die in §. 26 oder 27. waren. Die galvanische Batterie allein hatte alle Forderungen zu erfüllen gewufst.

Es ist interessant zu erfahren, was bey der Entladung mit den freyen Electricitäten an electrischen Batterieen vorgeht, die solche blofse Unterschiede von + und +, oder — und — haben, als die in §. 26. u. f., oder in dieser Anmerkung, beschriebenen. Man braucht dazu bey der Entladung blofs ein Electrometer zur Hand zu haben, und, wie immer, überall nöthige Isolation zu halten. Eine Batterie mit 8 + an *A* und 4 + an *B* verliert bey der Entladung nicht das geringste von diesen +'s; sie gleichen sich blofs aus; nach der Entladung findet man an *A* 6 + und an *B* 6 +, und man mufs erst den Entlader während des Anliegens ableitend berühren, damit die ganze Batterie auf 0 herabkommt. Eben so gleichen sich 8 — mit 4 — zu 6 — an *A* wie an *B* aus. Und was man auch für eine Differenz von blofsem + oder — an der [54
Batterie vorher gehabt hatte: mit der Entladung gleichen sich beyde Belegungen aus, und an beyden findet man die arithmetische Mitte jener Differenz.

Hat eine Batterie an der einen Belegung + oder —, an der andern 0, wie das kurz nach der gewöhn-

53] theils schon in der Anmerkung zu §. 27. vorgekommen sind, theils noch aus der Folge hervorge-

---

lichen Ladungsweise derselben von der Maschine . . . . aus beständig der Fall ist, so gleichen sich z. B. 4 + mit o, zu 2 + aus, die man nachher an beyden Belegungen vorfindet. So gehen 4 — mit o zu 2 — an jeder Belegung, so geht überhaupt $x$ + oder $x$ — mit o zu $\frac{1}{2}x$ + oder $\frac{1}{2}x$ — an beyden Belegungen über.

Hatte eine Batterie an der einen Belegung zwar +, und an der andern —, aber nicht von jedem gleichviel, sondern z. B. 3 + und 1 —, so findet man nach der Entladung an beyden Belegungen $\frac{(3 +) - (1 -)}{2} = 1 +$. 3 — und 1 + geben eben so 1 —. Ueberhaupt kommen $x \pm$ und $xy \mp$ auf $\frac{(xy \mp) + (x \pm)}{2}$ zurück.

Erst wo $y = 1$, d. i. + mit — in entsprechendem Grade, z. B. 2 + mit 2 —, vorhanden sind, erst da findet man nach der Entladung an beyden Belegungen o; denn $(x +) + (x -)$ ist = o.

Was aber die Spannung selbst betrifft, so geht ein Electrometer, auf die Art an die electrische Batterie, wie in §. 7., gebracht, wo es also weder die Menge
55] des an der einen, noch des an der andern Belegung befindlichen + oder — besonders, sondern allein ihren Unterschied, die Spannung, anzeigt, in allen benannten Fällen mit der Entladung auf o zurück, (weil die Spannung es thut,) es mag an beyden Belegungen noch so viel gleichvieles + oder —, oder ganz und gar nichts, zurückgeblieben seyn.

hen werden. Die Batterieen Fig. 46 bis 49. [54 [Taf. I. Fig. 8 bis 11.] mögen indeſs an ihren En-

---

Es ist hier zugleich der Ort, anzuführen, daſs alles, was über Electricitäts-Arrangement bey der Entladung electrischer Batterieen, als Resultat unzähliger und sehr genauer Versuche, hier erzählt worden ist, eben so unverändert auch von galvanischen Batterieen gilt.

Hat in §. 25. z. B. der eine Pol 8 +, der andere 4 +, so findet man, wenn man mit isolirtem Eisendrahte total schlieſst, unmittelbar nach der Schlieſsung über die ganze Batterie 6 +, und man muſs den Draht oder die Batterie entweder ableitend berühren, damit sie 0 wird, oder warten, bis sie diese 6 + nach und nach an die immer *E* wegsaugende Atmosphäre verloren hat.

In §. 26. kommt das Batteriestück *kb*, Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.], wenn man es nach der Ableitung an *a* von *ah* trennt, daſs es also mit der Differenz von 2 — und 4 — zurückbleibt, bey der totalen Schlieſsung auf durchgängige 3 —, und das Batteriestück *ha*, Fig. 41. [Taf. I. Fig. 3.], bey ähnlicher Behandlung auf durchgängige 3 +, zurück. (Hat man *kb* oder *ha* vorher nicht von *ha* oder *kb* getrennt, so bleiben nur 2 — oder 2 + zurück, denn das dritte — oder + ging durch die Ableitung an *a* oder *b* verloren, und *ha* oder *kb* hält nur, soviel es [56 vermöge seiner Spannung = 2 nicht wegnehmen kann, d. i. 2 + oder 2 —, an *kb* oder *ha* zurück.)

Wird in Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.] die ganze Batterie geschlossen, nachdem man den unmittelbaren Augenblick vorher die Ableitung an *a* weggenommen hat, so kommt sie durchgängig auf (etwas we-

den + oder —, beyde in welcher Stärke man wolle,
55] haben, immer wird, (selbst wenn ihre Electri-

---

niger als) 2 — zurück; Fig. 41. [Taf. I. Fig. 3.] auf (etwas weniger als) 2 +. (Dieser Versuch erfordert sehr viel Geschwindigkeit und Vorsicht im Isolement des Drahts, aus Gründen, die später deutlich seyn werden; dann aber ist das Resultat scharf das angeführte.)

Erst Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.], wo an *a* 2 +, und an *b* eben so viel, d. i. 2 —, sind, kommt bey totaler Schlieſsung durchgängig auf 0 zurück. Ein Electrometer, das bloſs die Spannung indiciren kann, (vergl. §. 3.,) aber überall.

Dieses, (was man als einen Zusatz zu Annalen, B. VIII. S. 450. betrachten kann,) läſst sich, durch alle Figuren von Fig. 42. [Taf. I. Fig. 4.] an, mit gröſster Leichtigkeit durchführen, wenn man nur in Fällen, wie z. B. eben schon Fig. 42 und 43. [Taf. I. Fig. 4 und 5.], an die ganz geringe Spannung einzelner Theile der Batterie denken will, die sie doch nach der totalen Schlieſsung von α nach ω oder δ nach β, zu Folge des in §. 28., Anm., Angeführten, noch zurückhalten müssen, und deren Spiel in das, was in Fig. 39 bis 41. [Taf. I. Fig. 1 bis 3.], bey totaler Schlieſsung durchgängig gleiche *E*-Vertheilung wird, doch noch eine mehrere oder mindere Wellenförmigkeit bringen muſs; wie der erste beste genaue Versuch auch wirklich bestätigt.

57] Nebenbey mache ich noch, auf Anlaſs eines auf S. 54. vorgekommenen Falles, aufmerksam auf das ganz vortreffliche Mittel, das galvanische Batterieen an die Hand geben, um mit Electricitäten im Versuche aufs schärfste rechnen zu können, indem man ih-

citätsvertheilung mit der Verzeichnung derselben in gedachten Figuren völlig übereinstimmt, der [56
Unterschied beständig = 1 seyn, und somit die Ladung, welche die electrische Batterie durch [57
Verbindung ihrer Belegungen mit den Enden der galvanischen bekommt, bey der Entladung beständig einen Schlag oder Funken geben, der ganz dem von Einer Säule gewöhnlicher Art von 150 Lagen mit dem Unterschiede = 1, (von $\frac{1}{2}$ + und $\frac{1}{2}$ —), auf dieselbe Weise veranlaſst, gleich kommt *). Bey der electrischen Batterie von 34 Quadratfuſs Bele- [58

---

re Quantitäten selbst aufs schärfste miſst. Man wollte z. B. einen groſsen Conductor genau noch einmal so stark geladen haben, als einen anderen. So stelle man, für — z. B., den einen an *b*, den andern an *k* in Fig. 40. [Taf. I. Fig. 2.]. Man leite an *a* ab, nehme darauf die Conductoren von der Batterie weg, und man hat beyde Conductoren im genauesten Verhältniſs von 2 : 1 geladen. Man sieht das Princip, das man nun auf unendliche Weise ferner anwenden kann.

*) Ueber die Ladungsphänomene in Fig. 46 bis 49. [Taf. I. Fig. 8 bis 11.] vergl. die Anmerkung zu §. 28. In Fig. 46 und 47. [Taf. I. Fig. 8 und 9.] wird die Thätigkeit der 150 freyen Lagen der Batterie in Mittheilung ihrer Differenz = 1 an die electrische, durch den Widerstand von 300 Lagen, als bloſsem Leiter, in Fig. 48 und 49. [Taf. I. Fig. 10 und 11.] aber durch einen von 450, beschränkt. In dem Maaſse müssen also auch Ladungsschlag u. s. w. schwächer seyn, als bey Anwendung einer Säule von 150 Lagen, wo keine Lage überflüssig ist.

gung hatte der Entladungsfunke einer solchen Spannung jederzeit gegen 2 Linien im Durchmesser.

30. Ein wirklicher Unterschied, auf welche von den angeführten und sonst noch möglichen Arten, (s. z. B. Fig. 58 und 64. [Taf. II. Fig. 20 und 26.]), er sich übrigens auch realisirt haben möge, ist jedoch schlechterdings nothwendig, damit die galvanische Batterie die electrische zu irgend einem Grade von Spannung laden könne. Diese Spannung ist ja selbst nichts, als jener Unterschied, von der galvanischen der electrischen Batterie mitgetheilt, und ohne eine solche Mittheilung würde diese überhaupt von jener nicht geladen werden. Man kann indeſs den Versuch gar leicht anstellen, und Batterieen anwenden, die entweder durch äuſsere Hülfe, oder zu Folge gehöriger Construction von selbst, an beyden Enden 0, oder gleichviel +, oder gleichviel —, haben. Eine Batterie mit 0 an beyden giebt die Verbindungsart Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.]; eine mit gleichviel + die von Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.], und eine mit gleichviel — die von Fig. 52. [Taf. I. Fig. 14.] Wird Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.] mit der electrischen Batterie verbunden, so zeigt das Electrometer an keiner Belegung etwas; bey Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.] zeigt es an jeder Belegung dasselbe +, bey Fig. 52. [Taf. I. Fig. 14.] dasselbe —, und bey der Verbindung beyder erscheint weder Funke noch Schlag, der Versuch sey wie in
59] §. 7., oder wie in §. 14., angestellt *). Selbst

*) Es ist ganz das nämliche, als ob man eine galvani-
59] sche Batterie von bester Wirksamkeit total schlösse,

das allerempfindlichste der Reagentien für electrische Batterieladungen, ein frisches Froschpräparat, auf einem Isolatorium mit den beyden Belegungen zusammengebracht, zeigt bey ihrer Verbindung nicht das mindeste*).

31. Ist ein wirklicher electrischer Unterschied der Enden einer galvanischen Säulenverbindung aber durchaus nöthig, um eine electrische Batterie zu irgend einem Grade damit zu laden, so bleibt auch ferner diese Ladungsgröfse dieselbe, der Unterschied an jener mag durch viel oder durch wenig $+ E$ ausgedrückt seyn. Man [60 verbinde in Fig. 51 oder 52. [Taf. I. Fig. 13 oder

---

(s. Annalen, B. VIII. S. 457.,) und nun mit dem Schliefsungsdrahte die electrische laden wollte.

*) Die Bewegung, die es, selbst wenn es auch nur mässig erregbar ist, unter den gehörigen Umständen, (den Fall Fig. 50. [Taf. I. Fig. 12.] ausgenommen, wo beyde Enden, Belegungen, . . . ., $=$ 0 sind,) allerdings erleidet, wenn es mit der einen Belegung erst in Berührung kommt, gehört nicht hierher, da sie blofses Phänomen der Abgabe eines kleineren Theils $+$ oder $-$ dieser Belegung an das Präparat ist, welche man dadurch für beyde Belegungen gleich setzt, dafs man das Präparat selbst aus zwey gesonderten und gleich grofsen Theilen bestehen läfst, von denen man mit jeder Belegung einen, und nach diesem erst beyde unter einander, und damit auch die Belegungen der Batterie, in Verbindung bringt, wobey indefs auch bey höchster Erregbarkeit des Präparats, wie schon gesagt, nicht das mindeste Statt hat.

14.] die beyden gleichnamigen Pole *A* und *E* durch Eisendraht (*F*); die gleichnamigen entgegengesetzten sind es schon durch *C*. Man erhält so einen Unterschied = 2, die Extensität der Electricitäten aber, welche ihn bilden, ist noch einmal so grofs, als in §. 27 oder 28. Dessen ungeachtet giebt, nachdem man die electrische Batterie mit *F* und *C* verbunden, und einen oder beyde wieder abgenommen hat, jene bey der Entladung denselben Schlag, Funken, u. s. w., wie in §. 27 und 28., oder in jedem Versuche, wo man die Ladung mit einer Differenz = 2, zu der blofs 300 Lagen verwandt waren, vorgenommen hatte. Man verbinde ferner in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] alle + Pole durch Einen Draht *A*, und so alle — Pole durch Einen *B*. Die Differenz dieser Poldrähte ist = 1, die Extensität der Electricitäten aber, welche sie bilden, ist 4mal so grofs, wie in §. 29., oder bey einer einzelnen Säule von 150 Lagen. Dennoch gleichen Funken und Schlag bey der Entladung der electrischen Batterie ganz denen in §. 29., oder denen nach der Ladung derselben durch Eine Säule von 150, d. i., mit der einfachen Electricität *). Ladungen

---

*) Ich habe bereits Mehreres über solche Säulenverbindungen, als aus kleinplattigen Lagen construirte Aequivalente grofsplattiger Säulen, in Voigt's Magazin, B. IV. S. 593 — 599., angeführt. Sie sind zuerst von Kortum, (s. daselbst, 61] B. III. S. 657.,) in Anwendung gebracht worden; auch sind Reinhold's Beobachtungen über sie, (s. Annalen, B. XI. S. 382., Anm., und B. XII. S. 46. 47.,) bekannt. Ich füge hinzu, dafs die Batterie

durch *B* und Ein *A* in Fig. 56. [Taf. I. Fig. 18.], oder *A* und Ein *B* in Fig. 57. [Taf. I. Fig. [61

---

Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] weit stärkere Funken und Verbrennungen giebt, als die nämlichen 600 Lagen nach Art der Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.], als der gewöhnlichen, verbunden, und daſs in ersterer Verbindung noch bedeutende Funken erschienen, wenn sie in letzterer bereits verschwunden sind. 450 Lagen in 3 Säulen nach Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] verbunden, wirkten zwar ebenfalls stärker, als nach Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.] verbunden, doch nach Verhältniſs schon nicht um ganz so viel, als die vorigen 4. Bey 300 Lagen in 2 Säulen zeigte die erste Verbindungsart verhältniſsmäſsig noch weniger Ueberschuſs über die andere, der zuweilen kaum merklich schien. Hat man ferner 3 Säulen wie in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] verbunden, und eine steht für sich, so ist bey sehr schnell wiederholten Schlieſsungen durch Eisendraht, in gleich bleibenden Zwischenräumen, der Vorgang folgender: In Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] ist der erste Funke ausnehmend groſs, (s. oben,) von ihm an aber nehmen sie in schneller Progression an Stärke ab, bis sie endlich nach *x* Schlieſsungen so eben verschwinden. Bey der einzelnen Säule ist der erste Funke bey weitem schwächer, wie in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.]; er mag etwa $\frac{1}{3}$ von jenem seyn. Die folgenden nehmen auch ab, aber in weit schwächerer Progression, und [62 genau nach *x* Schlieſsungen verschwinden sie auch hier. Für beyde Batterieen ist darauf nach gleichen Erholungszeiten wieder die anfängliche höchste Wirksamkeit da. Auch die electrische Spannung ist nach gleichen Erholungszeiten wieder gleich weit hergestellt, oder die anfängliche. — Alles zeigt an, daſs jene Verbindung in der That nichts thut, als eine groſse Anzahl

19.], verhalten sich bey der Entladung eben so; die Fälle selbst aber sind von jenen in Fig. 55. [Taf. I.

---

kleiner Platten, einer 2 Mal kleineren Anzahl 2 Mal gröſserer Platten gleich zu setzen, und daſs eine von Anfang groſsplattige Batterie eben so gut betrachtet werden kann, als eine Anzahl neben einander befindlicher kleinplattiger, deren gleichnamige Pole mit einander verbunden sind. Schlieſst man mit einem Eisendrahte, so entladet er sie alle zugleich, und das Phänomen dabey muſs gleichen der Summe der Phänomene der einzelnen.

Daſs mehrere Drähte, mit denen in Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] die verschiedenen Säulen auf verschiedenen gleichnamigen Höhen verbunden wurden, die Batterie wirksamer gemacht hätten, als die bloſse Verbindung der Erdpole durch zwey, habe ich nicht bemerkt. Reinhold sah, (s. Annalen, B. XII. S. 46.,) das Gegentheil. Dessen ungeachtet mögen sich beyde Beobachtungen nicht widersprechen. Der Unterschied liegt wahrscheinlich bloſs an klein schei-
63] nenden Umständen bey der anfänglichen Construction der Verbindung. Meine Säulen hatten alle an den Polen Drähte von starkem Eisen, die 8 bis 10 Zoll über sie hervorstanden, und eben so weit stand eine Säule von der anderen nur ab. Auch verband der gemeinschaftliche (gleichfalls starke Eisen-) Draht jene Poldrähte allemal ziemlich an ihrem äuſsersten Ende. Schloſs ich daher in Fig. 55. [Taf. I Fig. 17.], z. B. zwischen der zweyten und dritten Säule, so war der Schlieſsungsort von allen Säulen, besonders wegen der äuſserst guten Leitung, die solcher Eisendraht gewährt, beynahe gleich weit entfernt; auch waren alle Säulen zur Zeit meiner Versuche so eben erst gebauet, also im besten Zustande. Auf den

Fig. 17.] dadurch unterschieden, dafs hier in der That nur Eine Säule die Ladung verrichtet, statt

---

ersten Zustand aber scheint mir besonders viel anzukommen; es wären zu viel Worte nöthig, die Schädlichkeit seines Gegentheiles, und wie diese durch mehrere Drahtverbindungen wirklich gemindert werden müsse, daraus abzuleiten. Beydes kann man kürzer selbst, und sehen, dafs ich in §. 3., Anm., zu Ende, jenen Umstand vorzüglich vor Augen hatte. — An der Gegenwart des Gegentheiles des nämlichen Umstands allein kann es auch nur liegen, dafs Säulen oder einzelne Lagen von sehr breiten Platten in VAN MARUM's, (s. Annalen, B. X. S. 136. 259.,) und meinen Versuchen, (s. VOIGT's Magazin, B. IV. S. 595. 596.,) nicht ganz im Verhältnisse der [64 Breite der Platten wirken, (Funken, Verbrennungen, u. dergl., geben); ein Mifsverhältnifs, das um so grösser wird, je breiter die Platten selbst sind, und welches, wenn es in Vorrichtungen, wie die in §. 4., Anm., vorgeschlagene, nicht sehr beträchtlich weniger Statt hat, beynahe nöthigen möchte, den mühsameren Weg einzuschlagen, von einer Menge kleinplattiger, in einen Kreis oder ein blofses Stück desselben gestellter Säulen, vom + Pole jeder, einen Draht nach der Mitte eines Sterns, oder der Spitze eines Stücks desselben, zu führen, wo alle + Drähte zusammenkommen, eben so mit den — Polen zu verfahren, und darauf die gemeinschaftliche Kette aller von der Mitte des Sterns der + Drähte, oder der Spitze seines Stücks, nach der Mitte des Sterns der + Drähte, oder der Spitze seines Stücks, zu schliefsen; indem alles, (vergl. oben,) darauf ankommt, dafs jede einzelne Säule in gleichem Grade an der Schliefsung Theil nehme; was nur auf solche Weise zu erwarten steht.—

dafs dort nothwendig alle vier sich in das Geschäft theilen.

---

— Es hat sehr lange zum Anstofse gereicht, dafs grofsplattige Batterieen wohl Funken und Verbrennungen weit stärker, chemische und physiologische Wirkungen hingegen „genau“ nur so stark, als kleinplattige von gleichviel Lagen, geben; selbst Electriker
65] von Profession haben keine Erklärung dafür gewufst, und die Verlegenheit darum war allgemein. Jetzt kann sie durch Davy, (s. Annalen, B. XII. S. 357. 358.,) gehoben seyn. Aber sie hätte das früher gekonnt. Man weifs, dafs von allen den Flüssigkeiten . . . ., mit denen gewöhnlich vergleichende chemische Versuche geschahen, und in den Maafsen, (in der Länge und Dicke derselben,) in denen man sie anwendete, keine einzige so gut leitet, dafs sie im Stande wäre, die Spannung einer Säule gegebener Lagenzahl und gebräuchlicher Breite, (z. B. $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll,) ganz aufzuheben. (Vergl. Annalen, B. VIII. S. 455.) Dasselbe ist der Fall mit dem Körper des Experimentators. (Vergl. d. a. O. und meine Beyträge, B. I. St. 4. S. 264 u. f.). Nennt man nun die ganze Spannung der Säule $x$, die durch eine schliefsende Flüssigkeit . . . . zurückgelassene $y$, und die Extensität der Electricität, die sich verhalten mufs, wie die Breite der Säule, $z$; so ist die absolute Menge der in einem gegebenen Augenblicke von der Flüssigkeit . . . . zusammengeleiteten Electricität $= (x - y) z$, und abermals offenbar = dem Grade der Leitung, den die Flüssigkeit bey der Spannung der Säule, ($= x$), hatte. Soviel kann sie leiten, und mehr nicht. Denn es sey die Säule z. B. 4 Mal so breit, die Extensität der Electricität also $= 4 z$. Die Flüssigkeit . . . .

32. Die Versuche mit den in §. 31. erwähnten [62
Säulenverbindungen auf Art des §. 14. wieder-

---

wird $\left(\frac{x-y}{4}\right) 4z = (x-y) z$ leiten, und [66
mehr nicht. Alle Phänomene also, die sich, (bey gleicher leitender Flüssigkeit,) verhalten, wie diese Leitung, werden bey der breiten und der schmalen Säule gleich groſs seyn. Die Flüssigkeit leite besser; sie leite bey der Säule einfacher Breite z. B. gerade $xz$ selbst. Bey der Säule von vierfacher Breite leitet sie also doch wieder nur $\frac{1}{4} x \cdot 4z = xz$; und ob sie gleich so gut leitete, daſs sie die einfache Säule total schloſs, so konnten doch bey der Säule vierfacher Breite die mit dem Grade der Leitung in Verhältniſs stehenden Phänomene noch nicht gröſser seyn, wie bey der einfachen. Damit das der Fall ist, muſs die Flüssigkeit schon bey der schmalen Säule so gut leiten, daſs $xz$ nur einen Theil ihrer Leitungsfähigkeit in Beschlag nimmt, und $2xz$, $4xz$, u. s. f. erfordert werden, um sie ganz zu verbrauchen. Und dann werden auch die Phänomene, die, (bey derselben Flüssigkeit,) sich verhalten wie die Leitung, bey den breiten Säulen grösser seyn, als bey den schmalen. Dies ist der Fall in den angeführten Versuchen Davy's. Denkt man aber nun an die ganz auſserordentliche Leitungsfähigkeit derjenigen Körper, mit denen man die Batterie zu Funken, Verbrennungen, u. dgl., schlieſst, der Metalle; daran, daſs diese Leitungsfähigkeit vielleicht für 100 $xz$, für 1000 $xz$, noch groſs genug ist, bey der Säule einfacher Breite aber doch [67
nur 1 $xz$ vorhanden ist, also auch nicht mehr geleitet wird, indeſs bey Säulen von 4-, 8-, 16 facher Breite mit Leichtigkeit auch das 4-, 8-, 16 fache geleitet wird, u. s. w.: so ist es endlich, wenn man alles überschlägt, nun wohl so paradox nicht mehr, daſs

holt, geben ganz den dortigen analoge Resultate. Doch war das, um was hier der Entladungs-

---

chemische Wirkung, Schlag, u. s. w., bey breiten Säulen immer nicht gröſser, als bey schmalen, gefunden wurde, indeſs Funken, Verbrennungen, u. dergl. mit der gröſsern Breite der Säule so sichtbar zunehmen. — Es ist nicht etwa erst seit Davy's Versuchen, daſs ich diese Ansicht fasse, (deren Buchstabe übrigens aus der Sprache der Electricität noch manche Entschuldigung, und manches Wort anders, sucht); sie hat der Abhandlung von der galvanischen Batterie in meinen Beyträgen, B. I. St. 4., und B. II. St. 2., von Anfang an zum Grunde gelegen, und wird es ferner thun. Eine Menge Versuche stehen zu ihrem Dienste, es geht ihnen aber wie den Körpern, die mehr als $xz$ leiten, sie warten daher auf die bessere Gelegenheit.

Anmerken will ich noch, daſs, wenn das Schema Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.] geschickter ist, electrische Fische . . . ., als Krampfrochen, Zitteraale, u. s. w., zu Batterieen höherer Spannung zu verbinden, und damit Versuche, wie ich, Beyträge, B. I. St. 4. S. 237. u. f., vorschlug, immer kräftiger 68] vorzubereiten, (auch überhaupt Thierbatterieen aller Art, zur leichteren Entdeckung der kleineren Spannung der einzelnen aus der gröſsern des Ganzen, zu vermitteln,) — das Schema Fig. 55. [Taf. I. Fig. 17.] geschickter seyn wird, die nämlichen Fische . . . . zu Versuchen auf trockenem Wege, als Funken, Verbrennungen, u. s. w., zu verbinden; obgleich, was die Funken angeht, Beobachtungen an einzelnen Fischen, (Säulen,) im Grunde bereits gar nicht so selten sind, als gemeinhin behauptet wird.

funke gröfser war, als in §. 31., nach Verhältnifs scheinbar nicht so viel, als in §. 7.,
verglichen mit §. 14. Dies war besonders auf- [63
fallend bey der Anstellung des Versuchs mit Fig.
55. [Taf. I. Fig. 17].

33. Wurden drey Säulen mit ihren homogenen Polen nach Art des §. 31., und sodann mit dem gemeinschaftlichen —= (oder +=) Drahte der +=
(oder —=) Draht der vierten einzelnen Säule,
verbunden, wodurch eine Gesammtdifferenz = 2. [64
entstand; so verhielt sich diese Verbindung in §. 7,
bey der Entladung der electrischen Batterie, genau wie eine homologe Verbindung von 300 Lagen oder zwey Säulen. — Zwey Säulen mit ihren homologen Polen verbunden, und darauf mit ihrem ei- [65
nen Drahte mit dem entgegengesetzten Drahte zweyer nach dem Schema der Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1] verbundenen Säulen verbunden, verhielten sich wie eine homologe Verbindung von 450 Lagen oder drey Säulen. (Der Versuch § 32. ist mit Batterieen dieser Art nicht wiederholt worden.)

34. Wenn man in Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.] [66
an *a* eine Ableitung zur Erde, (zum Boden des Zimmers . . . .), und in *b* auch eine, anbringt, so wird, wenn die Batterie nur irgend in gutem Zustande ist, ein Electrometer am einen oder andern Pole, (*a* oder *b*), scheinbar noch genau so stark divergiren, als vor aller Ableitung. [67
Verbindet man daher, während jene Ableitungen an beyden Polen bleiben, *a* und *b* mit den Belegungen der electrischen Batterie, wie in §. 5 oder 7., so zeigen sich die Phänomene der Ladung

und Entladung scheinbar ganz im selbigen Grade, wie dort.

68] 35. Legt man aber eine lange (Gas-) Röhre voll reinen destillirten Wassers mit ihren Enddrähten an *a* und *b* in Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.], wodurch man die ganze Batterie partiell
69] schliefst *), so wird ihre electrische Span-

*) Dafs eigentlich in §. 34. auch schon partiell geschlossen war, weifs man aus der Anm. zu §. 9., wo gezeigt wurde, wie eine an beyden Polen abgeleitete galvanische Batterie einer in sehr geringem Grade partiell geschlossenen gleich kommt. Dafs dieser geringe Grad von Schliefsung in §. 34. die Spannung nicht merklich schwächte, kam eben von dieser seiner Geringfügigkeit her. Es ist aber nicht schwer, ihn allerdings gröfser zu machen, und somit wirklich eine merkliche Schwächung der Spannung hervorzubringen. Man darf nur den Boden des Zimmers feucht machen, besonders zwischen den beyden Ableitungsdrähten vom einen zum andern, oder gar nafs, und dann zuerst mit blofsem Wasser, dann mit Salzwasser, mit Salmiakauflösung, u. s. w.; und man bringt es mit der leichtesten Mühe dahin, dafs die Batterie erst blofs etwas weniger Spannung, was so
69] eben merklich, dann immer weniger, zeigt, und endlich wohl bald ganz und gar keine mehr. Aber was hat man auch anderes gethan, als das gewöhnlich fast trockene, und defshalb fast recht gut isolirende Holz des Zimmerbodens zwischen den Ableitungsdrähten, durch alle Stufen minderer Isolation hindurch, bis zu einem Grade der Leitung geführt zu haben, der beynahe nach Vergleichung mit dem besten fragen darf? — Wäre der Boden von Metall, so

nung schnell vermindert, und zwar, wie man weifs, um so mehr, je kürzer unter sonst gleichen Um-

---

wäre eine zu beyden Seiten durch Drähte abgeleitete Batterie geradezu total geschlossen. — Und so sieht man auch umgekehrt wieder, wie alle partiellen Schliefsungen einer galvanischen Batterie bis herauf zur totalen, wie wir diese Schliefsungen gewöhnlich vornehmen, und wie sie z.B. in §.35. vorkommen, nichts als mehr oder minder weit gehende Ableitungen derselben zu beyden Seiten sind. — Wie wahr dieses sey, (vergl. §. 9., Anmerkung,) sieht man aus den näheren Umständen bey Ableitungen jener Art selbst, am besten. Der Boden des Zimmers sey beständig der gleiche, und so trocken, als er in einem reinlich gehaltenen Zimmer zu seyn pflegt, so habe ich beständig gesehen, dafs Menschen eine weit kräftigere Ableitung an den Polen der Batterie, als Eisendrähte, bewirkten, und somit schon eher, wenn gleich noch immer nicht so ganz leicht, eine bemerklich werdende Schwächung der Spannung der Batterie selbst hervorbrachten. Dasselbe geschah, wenn ich da, wo [70 jeder Eisendraht den Boden berührte, mit Wasser. . . . einen nassen Fleck machte, ohne dafs diese Näs-se am Boden beyde Drähte unter einander wirklich verbunden hätte. Man darf hier aber nur, was ich in meinen Beyträgen, B. I, St. 4., von S. 255. an, abhandelte, (s. besonders S. 259. u. f.,) noch gegenwärtig haben, um bey der Anwendung desselben au den hiesigen Fall sogleich zu sehen, wie, wo stärkere Ableitung war, in der That auch das Totum gegenwärtiger Leitung ein gröfseres war.

Läfst man in Fig. 39. [Taf. I. Fig. 1.] am einen Pole Eine Person, am andern hingegen Zwey

ständen der Wassercylinder zwischen den Enden der beyden Drähte in der Röhre ist. Wie groſs die zurück-

---

ableiten, so wird die Spannung der Batterie merklicher, also mehr, geschwächt, als wenn an jedem nur Eine abgeleitet hätte. Gröſser ist die Schwächung, wenn am andern Pole Drey, und noch grösser, wenn Vier ableiten. Man vergleiche aber hiermit meine Beyträge, a. a. O., S. 276. u. f.

Während übrigens die Spannung unter solchen ungleichen Ableitungen abnimmt, ändert sich auch das Verhältniſs der Vertheilung von + und — an der Säule selbst; d. i., war, bey gleichen Ableitungen zu beyden Seiten, auf jeder z. B. durch Eine Person, die + Divergenz am Zinkpole so groſs wie die — Divergenz am Kupferpole, so wird z. B. die + Divergenz kleiner und die — Divergenz grösser, wenn am Zinkpole zwey Personen ableiten, während am Kupferpole die Eine bleibt. Bey drey Personen am Zinkpole wird jene + Divergenz noch kleiner, und bey vieren, (auch wohl schon bey den 71] dreyen,) verschwindet sie ganz. Während dessen aber ist die — Divergenz am Kupferpole immer gestiegen, ohne daſs jedoch, wenn man das Electrometer wie in §. 5. mit der Batterie verbindet, die jetzige ganze Divergenz noch der ganzen vor allem Versuche gliche, (wenn auch der Unterschied von ihr an sich kein sehr beträchtlicher ist). — Man sieht, wie in dessen Versuchen, zur doppelten Ableitung, die einer sehr geringen partiellen Schlieſsung gleicht, (s. oben,) allmälig noch die einfache, an dem Pole, wo die mehreren Personen sind, herzukomme. Man kann zwar, ja man muſs sogar, das Phänomen mit dem, welches Volta, (s. Voigt's Magazin, B. IV. S. 44.,

gebliebene Spannung sey, erfährt man durch das [70
Electrometer auf die in §. 3. angezeigte Art. Wiederholt man mit solchen partiell geschloſsnen [71
Batterieen die Versuche §. 5 oder 7., so werden die Entladungsphänomene sich jederzeit verhalten, wie der bey der Ladung gegenwärtige Grad der Spannung jener *); **). Berühren sich aber die [72

---

Versuch 9.,) beschreibt, unter Eine Rubrik bringen, indem beyde völlig synonim sind; wodurch aber die vorige Zusammensetzung des Phänomens aus doppelter und einfacher Ableitung keineswegs aufgehoben, vielmehr man nur so eben aufmerksam darauf wird, worin das Phänomen der einfachen Ableitung überhaupt bestehe. — Wovon zu anderer Zeit mehr.

Zu bemerken ist nur noch, daſs die doppelte Ableitung in §. 34., unter sonst gleichen Umständen, um so merklicher eine Schwächung der Spannung .... hervorbringt, und so auch alle in dieser Anmerkung angeführten Ursachen von um so gröſseren Folgen sind, je älter, vertrockneter, die galvanische Batterie an sich, oder je schlechter der feuchte Leiter von Anfang an in ihr, war.

*) Ich habe vergessen, mit solchen Batterieen Versuche, wie §. 14., zu wiederholen, welches, wie man leicht finden kann, sehr interessante Resultate hätte geben müssen.

**) Ich habe mehrmals genau untersucht, ob in §. 35. der Gasbildungsproceſs in der Röhre geändert sey, während die Enden der Batterie zugleich mit der electrischen verbunden, diese also geladen, folglich bey derselben Spannung beyde freye Electricitäten in unweit gröſserer Extensität zugegen waren; niemals

Drähte in der Röhre, so ist die Batterie total geschlossen, und der Fall §. 30., Anmerkung, zugegen; es fehlt somit alles.

---

265] 36. Es ist bekannt, dafs nach Aufhebung der totalen Schliefsung einer galvanischen Batterie ihre electrische Spannung erst nach und nach wieder erscheint, und zu ihrer anfänglichen Gröfse zurückkommt, (s. Annalen, B. VIII. S. 458). Eben so, dafs diese Wiedererneuerung um so langsamer geschieht, je länger die vorhergegangene totale Schliefsung gedauert hat, (a. a. O. S. 460). Ich habe beydes bey der Batterie von 600 auf das beste bestätigt gefunden. — Auch, je älter die Batterie ist, desto langsamer erscheint die Spannung wieder, und desto gröfser ist der Einflufs der Länge der vorhergegangenen totalen Schliefsung. Dabey wird man, unter welchen Unständen es auch sey, beständig sehen, dafs die niederen Grade von Spannung bey weitem schneller wiedererzeugt werden, als die nachfolgenden, welche mit jenen

---

aber habe ich den geringsten Unterschied bemerken können. Ich wandte zuletzt Röhren mit fast wasserfreyem Weingeiste an, in welchem die Gasentbindung aufserordentlich dürftig, die zurückgebliebene Spannung fast noch die anfängliche, und somit die Bedingungen zum Offenbarwerden einer Veränderung aufs höchste gegeben waren; aber ohne Erfolg.

zusammen erst die Summe derselben vor allem Versuche, herstellen. Es wäre zu weitläuftig, die Reihen von Versuchen, welche ich in allen diesen [266 Hinsichten angestellt habe, selbst anzuführen. Es ist hinlänglich, daſs das Obige ein Resultat aus oft wiederholten und sehr bestätigten Thatsachen ist. — Mit solchen wiederkehrenden Spannungen nun habe ich auf fast jeder Stufe derselben die Ladung der electrischen Batterie wie in §. 7. wiederholt, und auf jeder gesehen, wie diese Batterie allemal den Grad von Spannung ebenfalls annahm, welchen die galvanische selbst zur Zeit des Versuchs zeigte, ob ich mich gleich nie einer anderen, als der gewohnten momentanen Verbindung beyder Batterieen, dazu zu bedienen nöthig hatte *). Auch hierüber muſs

*) Allerdings geschieht auch hier alles, was, für den gegenwärtigen Grad von Spannung, geschehen kann, während einer solchen momentanen Verbindung. Dessen ungeachtet ist es keine Ausnahme von der Regel, (s. §. 11.,) wenn man in Versuchen unter Bedingungen, wie sie der §. giebt, es ganz und gar nicht mehr gleichgültig findet, ob man die electrische Batterie mit der galvanischen bloſs momentan, oder 1, 2, 4, 8, und mehr Sekunden hindurch, verbindet. Ein Beyspiel giebt die beste Erläuterung. Die galvanische Batterie werde durch eine Reihe Versuche zu jedem vorher eine gewisse, aber gleiche Zeit lang, geschlossen erhalten, und vor jedem neuen Versuche werde die völlige Herstellung der Spannung abgewartet. Wenn $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Sekunde nach Aufhebung der (totalen) Schlieſsung die electrische Batterie momentan geladen wird, so giebt sie bey der Entladung einen Funken von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$''' Durch-

267] ich aus gleichem Grunde die Reihen der Ver-
268] suche selbst zurückbehalten. Sie würden alles

---

267] messer; und wird sie $\frac{1}{4}$ Sekunde nach Aufhebung der totalen Schliefsung momentan geschlossen, einen Funken von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}'''$. Nach $\frac{1}{2}$ Sekunde hat er 3 — 4''', und darüber, im Durchmesser. Nach 1 Sekunde, 5 — 6'''. Nach 2 Sekunden, 7 — 8'''. Nach 4 Sekunden, 9 — 10'''. Nach 8 Sekunden, 11 — 12'''. Nach 16 Sekunden, 12 — 13''', und darüber. Nach 32 Sekunden, 14''', oder selten weniger als in §. 7. Nach 64 Sekunden, gewifs so viel und sonst ganz so wie in §. 7. — Dies ist ein Mittel aus vielen Versuchen. — Die Verbindung geschehe nun nicht momentan, sondern eine bestimmte Zeit lang. Dann gleicht nach aufgehobener Verbindung der Entladungsfunke demjenigen, der erschienen wäre, wenn ich in einem zweyten Versuche in dem Augenblicke, wo ich die nicht-momentane Verbindung beyder Batterieen aufhob, eine momentane aufgehoben, also überhaupt nur momentan verbunden hätte, ist aber weit gröfser, als der, der erschienen wäre, wenn ich in dem Augenblicke, wo ich die nicht-momentane Verbindung anfing, eine momentane angefangen, oder überhaupt nur momentan verbunden hätte. Erst nach 32, nach 64 Sekunden, war es ganz gleichgültig, ob momentan, oder nicht, verbunden wurde. Mit den wenigsten Umständen wiederholt man zu dem allen die Versuche so, dafs man erst die electrische Batterie mit den Polen der galvanischen verbindet, darauf die letztere total schliefst, und dadurch zugleich die durch das vorher Geschehene eben geladene Batterie entladet, (vergl. §. 14.;) sie die bestimmte Zeit geschlossen hält, dann öffnet,

Obige (aufser dem schon Angeführten) blofs [269
noch einmal bestätigen *).

und nun die Verbindungsdrähte beyder Batterieen die abermals bestimmte Zeit dar- [268
an läfst, sie nach ihr abnimmt, und entladet. Der Funke, (der Schlag . . . .,) verhält sich hierbey durchaus wie die Zeit zwischen der Oeffnung der galvanischen Batterie und der Aufhebung ihrer Verbindung mit der electrischen, und ist in unzähligen Versuchen dem ganz gleich gewesen, den man erhält, wenn man, wie oben, erst total schliefst, dann öffnet, dann nach einer der eben erwähnten völlig gleichen Zeit momentan verbindet, und nun entladet. — Die Resultate hieraus sind ohne Commentar verständlich. — Und so auch das, dafs, wenn man in obigem Versuche die Verbindung mit den Händen verrichtet, und einen Schlag bey ihr bekommen hat, indem man z. B. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Sekunde nach der Oeffnung der totalen Schliefsung momentan verband, man noch einmal einen Schlag bekommt, wenn man, ohne vorher die electrische Batterie entladen zu haben, 8 bis 16 Sekunden nachher noch einmal (momentan) verbindet; eine Methode, nach welcher man wohl vier und mehrere Ladungsschläge erhalten kann, ohne vorher Einmal entladen zu haben. Jeder fernere Ladungsschlag verhält sich nämlich hier wie der Ueberschufs der Spannung zu seiner Zeit, über die zur Zeit der vorhergehenden. Ist daher die Spannung wieder so ganz, wie vor allem Versuche, da, kann sie also in keiner Zeit mehr zunehmen oder sich übertreffen: so fehlen damit auch alle ferneren Ladungsschläge, wie überhaupt alle Nach- und Höherladungen electrischer Batterieen, die früher etwa nicht möglich gewesen wären.

*) Welchen Einflufs vorhergegangene totale Schliefsungen

37. Die electrische Batterie werde von der *galvanischen* wie in §. 7. geladen. Darauf nehme man die Communicationsdrähte ab, verbinde die + *oder* — Belegung der geladenen electrischen Batterie mit dem — *oder* + Ende der Säule, und schliefse zuletzt die — *oder* + Belegung jener mit dem + *oder* — Ende dieser; geschieht dies auch so *momentan*, als irgend möglich, so ist doch in dieser ungemein kurzen Zeit die vorige Ladung nicht blofs *aufgehoben*, sondern *umgekehrt*, und genau *zu der nämlichen Spannung* gebracht worden, welche die galvanische Batterie besitzt.

38. Der Erfolg ist *genau derselbe*, wenn die electrische Batterie das erste Mal nicht wie in §. 7., sondern z. B. von einer *Electrisirmaschine* aus zu gleicher Spannung mit 600 Lagen geladen wird, und man darauf ferner wie in §. 37. damit verfährt.

39. Es sind nach dem eben Statt habenden Zustande der Electrisirmaschine gerade 40 *Umdrehungen* derselben nöthig, um die electrische Batterie zu derselben Spannung zu laden, welche sie von der galvanischen Batterie von 600 Lagen annimmt. Es werde daher jetzt mit 80 *Umdrehungen* gela-
270] den, und darauf (z. B.) die + *Belegung* der electrischen Batterie mit dem — *Ende der* galvanischen, u. s. w., verbunden. Die letzte Verbindung

---

auf die *chemischen Wirkungen der Batterie* haben, davon ein Mehreres im *Zusatze* zu diesem Theile meiner Versuche.

geschehe eben so momentan, wie in §. 37., dennoch wird in dieser so höchst kurzen Zeit eine Ladung zwey Mal so stark, als die galvanische Batterie sie mittheilen kann, aufgehoben, und aufserdem noch eine einfache entgegengesetzte Ladung hervorgebracht werden.

40. Die electrische Batterie wird mit 160 Umdrehungen geladen, und darauf verfahren, wie in §. 37 oder 39. Auch jetzt wird, bey möglichst momentaner Schliefsung, eine Ladung vier Mal so stark, als die galvanische Batterie sie mittheilen könnte, aufgehoben, und aufserdem noch eine einfache Ladung hervorgebracht werden.

41. Ich lud zuletzt die electrische Batterie mit 320 Umdrehungen, und verband jede ihrer Belegungen mit dem ihr entgegengesetzten Ende der galvanischen Batterie. Und auch jetzt reichte die momentane Schliefsung hin, eine achtfache Ladung aufzuheben, und über das noch die einfache entgegengesetzte hervorzubringen.

42. Die Versuche §. 37 bis 41. können vor anderen dienen, die aufserordentliche Schnelligkeit, mit welcher eine galvanische Batterie Electricität liefern kann, darzuthun. In allen blieb nach letzter momentaner Verbindung die electrische Batterie mit derselben Spannung und derselben Vertheilung ihrer Ladung, wie an der galvanischen Batterie, zurück. Und [271 doch mufste letztere die Ladung einer electrischen Batterie von 34 Quadratfufs Belegung und gleicher

Spannung mit ihr, in §. 37 und 38. zwey Mal, in §. 39. drey Mal, in §. 40. fünf Mal, und in §. 41. gar neun Mal, hervorbringen, ehe gedachte electrische Batterie mit der einfachen, ihrer vorhergehenden entgegengesetzten, Ladung zurückbleiben konnte. In §. 41. war also während derselben momentanen Verbindung, deren Erfolg man schon in §. 5., §. 7., u. f., so bewundernswürdig fand, neun Mal so viel geschehen, als dort, und wahrscheinlich würde, bey fortgesetzten Versuchen, in dem nämlichen Augenblicke 17, 33, 65 Mal so viel, als dort, und noch mehr, geschehen seyn.

43. Daſs aber wirklich eine galvanische Batterie die vorhandene Ladung einer electrischen, mit der sie so zusammenkommt, wie in §. 37. u. f., erst aufheben müsse, ehe sie eine freye entgegengesetzte von gleicher Spannung mit sich selbst hervorbringen und zurücklassen kann, beweisen folgende Versuche. Man lade die electrische Batterie an der galvanischen, wie in §. 7. Man entlade darauf die Leidener Flasche, die durch eine Electrisirmaschine so stark geladen ist, daſs sie, in die leere electrische Batterie entladen, dieser gerade die Spannung gäbe, die diese von der galvanischen aus erhält, — man entlade, sage ich, eine solche Flasche in die auf Art des §. 7. geladene electrische Batterie so, daſs sie ihr + an die —, und ihr — an die + Belegung der electri-
272] schen Batterie giebt. Man versuche darauf, die so behandelte Batterie mit einem Eisen-

drahte, mit der Hand, u. s. w., zu entladen. Aber nicht das Mindeste von Funken, Schlag, u. s. w., ist da. Auch war durch die Ausladung der Flasche in sie ohnehin schon alle Spannung aufgehoben.

44. Man lade die Leidener Flasche des vorigen Versuchs noch einmal so stark, verfahre aber sonst ganz wie vorhin. Nach der Ausladung dieser Flasche in die electrische Batterie auf selbige Weise wie dort, zeigt letztere denselben Grad der Spannung, wie vor dieser Ausladung der Flasche in sie, auch giebt sie Funken, Schlag, u. s. w., wie eine in §. 7. geladene Batterie, und bloſs der Unterschied ist dabey, daſs jetzt + ist, was vorhin —, und jetzt —, wo vorhin + war.

45. Man lade die electrische Batterie, statt durch die galvanische wie in §. 7., von der Electrisirmaschine . . . . aus, zu der Spannung, mit der sie in den Versuch kommen soll, und wiederhole ihn nun ganz, wie er in § 44. ist. Der Erfolg ist genau derselbe.

46. Man lade in §. 43. die Flasche in die von der galvanischen Batterie oder von einer Electrisirmaschine eben so weit geladene electrische Batterie, so aus, daſs + zu +, und — zu — kommt. Die Spannung letzterer steht jetzt auf dem Doppelten, und bey der Entladung ist Schlag, Funke, u. s. w., ebenfalls der doppelte.

273] 47. Man entlade in §. 44 und 45. die doppelt so stark als in §. 43. geladene Flasche in die electrische Batterie eben so, wie in §. 46. Die Spannung steht jetzt auf dem Dreyfachen, und bey der Entladung der Batterie ist Funke, Schlag, u. s. w., ebenfalls der dreyfache.

48. Noch enthalten die Versuche §. 43 bis 47., (übrigens bey weitem fortgesetzter, als sie hier beschrieben sind), den letzten und schärfsten Beweis für diejenigen, die noch einen fordern sollten, davon, dafs, was galvanische Batterieen electrischen mittheilen, durchaus die gewöhnliche Electricität selbst, und nichts anderes, ist. (Vergl. Voigt's Magazin, B. IV. St. 5. S. 628—629.)

49. Man lade die electrische Batterie mit 40 Umdrehungen der Electrisirmaschine, also zu derselben Spannung, zu welcher sie von der galvanischen aus geladen wird. Man verbinde darauf die + Belegung jener mit dem + Ende dieser, und eben so die — Belegung jener mit dem — Ende dieser. Die Batterie ist nach diesem, der Art und dem Grade nach, noch genau so stark, wie vorher, geladen.

50. Man habe die electrische Batterie mit 10, mit 160, mit 320 Umdrehungen geladen, und verfahre darauf genau, wie in §. 49. Die Batterie bleibt nach der letzten Verbindung mit der galvanischen in keinem von allen Fällen schwächer oder stärker geladen zurück,

als in §. 49., d. i., als wäre sie bloſs mit 40 Umdrehungen geladen. Und der Erfolg ist [274 durchaus der nämliche, die gedachte letzte Verbindung sey so momentan als möglich gewesen, oder sie habe auch noch so lange gedauert.

---

## Zusatz.

Noch füge ich auf Veranlassung des §. 36. zu diesem Theile meiner Versuche einige umständlichere Erörterungen hinzu, über den Einfluſs, den vorhergegangene totale Schlieſsung der Batterie auf ihre chemische Wirksamkeit äussert; um so mehr, da ich diesen Gegenstand in Annalen, B. VIII. S. 458., übergangen habe. Folgendes sind Beobachtungen an einer Batterie von 300 Lagen zur Zeit ihrer besten chemischen Wirksamkeit.

*A.* Ich fülle eine Röhre mit Lackmustinctur, und stelle die Enden der (Gold-) Drähte innerhalb derselben 1 Zoll aus einander. *a.* Ich schlieſse mit dieser Röhre die Batterie, und beobachte das Oxygengas am + Drathe. (Man wird nämlich beständig gesehen haben, wie bey Batterieen jeder Art der Strom . . . . . dieses Gases beständig später aufsteigt, als der des Hydrogengases. Die gröſsere Zeit zwischen der Schlieſsung der Kette und der Erscheinung desselben giebt also in gegenwärtigen Versuchen ein gröſseres veränderliches Moment ab, und damit dessen Veränderungen selbst gröſser, als

die kleinere Zeit beym Hydrogengasstrome.) Genau $\frac{1}{2}$ Sekunde nach der Schliefsung steigt sein erster Strom in die Höhe. Ich merke genau die Ex- und Intensität desselben. *b*. Ich schliefse (nach 275] abgenommener Röhre), die Batterie mit Eisendraht total. Während dessen lege ich die Gasröhre an; (sie giebt nichts). Ich nehme den total schliessenden Eisendraht weg, und jetzt erscheint genau erst $1\frac{1}{2}$ Sekunden nach der Oeffnung der Gasstrom. Er ist dünner, wie vorhin, und bey weitem nicht so ausgebreitet. Er wird erst unter der Hand stärker. *c*. Ich schliefse wieder eben so lange total, ohne während dessen die Röhre anzulegen; öffne, und bringe die Röhre erst $\frac{1}{2}$ Sekunde nach der Oeffnung an. Es dauert nun etwas weniges über 1 Sekunde, ehe der Gasstrom kommt. Auch ist er etwas stärker, als der in *b*. *d*. Ich schliesse . . . ., öffne, und lege die Röhre 1 Sekunde nach der Oeffnung an. Nach kaum 1 Sekunde erscheint der Gasstrom. *e*. $1\frac{1}{2}$ Sekunden nach der Oeffnung angelegt, erscheint er nach reichlichen $\frac{3}{4}$ Sekunden; *f*. 2 Sekunden nach ihr, genau nach $\frac{3}{4}$ Sekunden; *g*. 4 Sekunden nach ihr, nach kurzen $\frac{3}{4}$ Sekunden; *h*. 6 Sekunden nach ihr, genau nach $\frac{1}{2}$ Sekunde; *i*. 8 Sekunden nach ihr, nach weniger als $\frac{1}{2}$ Sekunde. Uebrigens ist von *b* an der Gasstrom sowohl an Ex- als Intensität in jedem folgenden Versuche immer etwas stärker, und in *i* sogar noch stärker, als in *a*, gewesen.

*B*. Ich bringe die Enden der Drähte in der Röhre in die Nähe von 1 Linie. *a*. Ich lege die Röhre

an, ohne daſs eine totale Schlieſsung der Batterie vorhergegangen wäre. Der Oxygengasstrom kommt kaum $\frac{3}{8}$ Sekunden nach der Verbindung; der Hydrogengasstrom hingegen fast unmittelbar nach ihr. *b*. Ich schlieſse total, so lange wie in *A*, während dessen lege ich die Gas- [276 röhre an, darauf öffne ich. Der Oxygengasstrom erscheint erst nach guter 1 Sekunde; der Hydrogengasstrom aber nach $\frac{1}{2}$ Sekunde. *c*. Der Erfolg in *b* gleicht genau dem, welcher Statt hat, wenn die Drähte in der Röhre $2\frac{1}{2}$ Zoll von einander stehen, und keine totale Schlieſsung vorhergegangen ist.

*C*. Ich fülle die Röhre mit destillirtem Wasser und stelle die Drähte wieder 1 Zoll aus einander. *a*. Ich lege die Röhre an die Batterie, ohne eine vorhergegangene totale Schlieſsung dieser. Der (nicht ganz continuirliche) Oxygengasstrom erscheint nach $1\frac{3}{4}$ — 2 Sekunden; der (continuirlichere) Hydrogengasstrom schon nach $\frac{1}{4}$ Sekunde. *b*. Ich schlieſse total, so lange, wie in *A* und *B*, lege während dessen die Röhre an, und öffne. Jetzt erscheint das Oxygengas erst nach 3 — $3\frac{1}{2}$ Sekunden, und zwar ist es kein Strom, sondern es sind nur einzelne Bläschen, und gedachte Zeit ist die, nach deren Verfluſs das erste aufsteigt; der Hydrogengasstrom, auch weit zertheilter, als in *a*, kommt nach 1 Sekunde.

*D*. Ich wiederhole den Versuch *Ab*, nur mit dem Unterschiede, daſs ich das eine Mal eine to-

tale Schliefsung von nur 1 Sekunde, das andere Mal aber eine von 60 Sekunden, vorausgehen lasse. Der Erfolg aber ist ganz genau derselbe, im einen wie im andern Falle. Ich wiederhole den Versuch *Ac* ebenfalls auf beyde Weisen. Aber auch für seinen Erfolg ist es einerley, ob 277] eine totale Schliefsung von 1 Sekunde, oder von 60 Sekunden, vorhergegangen sey.

Die Resultate zeigen zunächst, dafs vorhergegangene totale Schliefsungen auf nachfolgende chemische Wirkungen allerdings eben so schwächend wirken, als in anderer Hinsicht; — und die Versuche *A* — *C* würden noch gröfsere Unterschiede gegeben haben, wenn sich nicht fast allen etwas beygemischt hätte, was die Resultate beständig noch etwas beschränkt hätte, nämlich:

*E*. Dafs in einer Gasröhre mit Golddrähten, mit der man eine Batterie schliefst, ohne dafs eine totale Schliefsung vorhergegangen wäre, das Gas bey und nach der ersten Anbringung nach einer Zeit erscheint, die weit länger ist, als die, nach der es bey einer zweyten, und die bey dieser wieder länger, als die, nach der es bey einer dritten Anbringung, u. s. w., erscheint, vorausgesetzt, dafs immer die nämlichen Drähte wieder mit den nämlichen Polen der Batterie zusammenkommen; welches so weit geht, dafs, wenn beym ersten Anbringen einer Röhre mit Wasser und gewissem Abstande der Drahtenden in ihr, 8 Sekunden bis zur Erscheinung, des Hydrogengasstroms z. B., vergien-

gen, und die Röhre nur einige Zeit angelegen hat, sie bey einer neuen Anbringung ihn schon nach 6, nach 4, nach 2 Sekunden, ja, (ich habe Fälle gehabt,) sogar schon nach 1 Sekunde, giebt; je nachdem nun die Röhre das erste Mal mehr oder minder lange Zeit, oder, bey kürzerer, je öfter sie bereits, in der Kette gewesen ist, obschon dies [278 seine Grenzen hat, — auch der Einflufs, den dies Gewesenseyn in der Kette auf die Leichtigkeit, mit der die Drähte bey einem neuen Hineinkommen Gas geben sollen, hat, wenn man mit letzterem lange genug verzieht, sich mehr oder minder, und endlich auch wohl ganz und gar, wieder verliert. Die in *A* — *C* beschriebenen Versuche waren, ihrer Anstellung nach, aber allerdings von der Art, dafs sich etwas von dem zuletzt Erwähnten ihnen beständig beymischen, und somit das Resultat kleiner machen mufste, als es ohne dies gewesen wäre. Ja man darf dies nicht blofs schliefsen: in *Ai*, verglichen mit *Aa*, sieht man es wirklich; denn hier tritt jener Ueberflufs über das, was er früher beschränkte, und unterdefs kleiner geworden ist, während er es nicht würde, selbst frey hervor.

Uebrigens sind in jenen Versuchen, (*A* — *D*,) die Drähte der Röhre beständig wieder an dieselben (Batterie-) Pole zu liegen gekommen, (wie das so eben Angegebene schon zeigt,) und sie mufsten es, da sonst die Versuche in ihrem Erfolge aufserordentlich verwickelt geworden wären, indem

*F.* der Einflufs, den in *E* das Gewesenseyn der Drähte der Gasröhre in der Kette der Batterie auf

die Gasentwickelung bey einem neuen Hineinkommen in dieselbe hat, sich geradezu umkehrt, zum entgegengesetzten wird, so wie man beym zweyten Bringen der Röhre in die Kette, die Röh-
279] re, und damit die Drähte, umkehrt, so dafs nun der Draht, der vorhin Hydrogen gab, jetzt Oxygen geben mufs, u. s. w.; welches abermals so weit geht, dafs, wenn die Röhre beym ersten Seyn in der Kette, also in der einen Richtung, den Hydrogenstrom nach 8 Sekunden gab, beym zweyten Hineinkommen, aber in der entgegengesetzten Richtung der Drähte, wohl an 12, 14, ja an 16 Sekunden vergehen, ehe an das Erscheinen desselben Gasstroms, der überdies dieses Mal weit schwächer als vorhin ist, zu denken ist.

Auffallend nun nach dem, was *A* — *C*, (und dem in *E* Angeführten zu Folge nur um so mehr), lehrten, und höchst auffallend, ist das Resultat in *D*, wonach galvanische Batterieen in Hinsicht der chemischen Wirkungen ganz von dem, was in electrischer geschieht, (s. §. 36.), abzuweichen scheinen.

Ich kann indefs ein Phänomen anführen, das die Scheidung, in die hier electrische und chemische Phänomene zu treten scheinen, weiter, und noch von einer neuen Seite, unterstützt.

*G.* An demselben Tage, an dem ich die Versuche *A* — *D* anstellte, und mit derselben Batterie, und zwar, nachdem sie mehrere Stunden ganz ruhig

gestanden, sich folglich von allem, was sie diesen Tag etwa schon erlitten haben konnte, völlig und gleichförmig erholt hatte, stellte ich folgende Versuche an. — In einer Röhre mit Lackmustinctur stehen die (Gold-) Drähte 1 Linie aus einander. *a.* Mit diesen werden die beyden Pole *a* und *b* in Fig. [280 39. [Taf. I. Fig. 1.] verbunden. Es strömt eine ausserordentliche Menge Gas hervor. Die Röhre wird abgenommen. Und nicht nach und nach hört die Gasentbindung auf, sondern wie abgeschnitten. *b.* Die Batterie wird angeordnet, wie in Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.], und mit der Röhre *A* und *E* verbunden. Nicht die mindeste Spur von Gas erscheint. *c.* *C* und *E* daselbst werden durch einen Eisendraht total geschlossen, und *A* und *E* darauf mit der Röhre verbunden. Es erscheint sehr viel Gas, genau so viel, als würden 300 Lagen direct, d. i., *A* und C, mit ihr verbunden; vergl. §. 28., Anmerkung. Die Röhre wird abgenommen. Und nicht nach und nach hört die Gasentbindung auf, sondern wie abgeschnitten; genau wie in *a.* *d.* Die Röhre wird wieder angelegt, und nachdem das Gas so lange geströmt hat, wie in *c*, wird der Draht, welcher *C E* total schliefst, abgenommen. „Und so wie dies geschieht, steht auch im Augenblicke die Gasentbindung still. Es ist kein allmäliger Uebergang. Nein, im Augenblicke steht's. Es ist so abgeschnitten, wie in *c*, oder in *a*, und so ruhig, wie in *b*.“

Man sieht, woran ich dachte. Würde nämlich eine Batterie von 300 Lagen nach der totalen Schlies-

sung erst nach und nach wieder chemisch, bekäme sie ihre „chemische Spannung“ eben so allmälig wieder, als ihre electrische, so müſste im unmittelbaren Augenblicke nach der Oeffnung selbst, sie von einer ihr entgegenstehenden nicht geschlos-
281] sen gewesenen Batterie von 300 Lagen fast ganz und gar nichts aufheben. Im nächsten Augenblicke müſste sie etwas, in jedem folgenden etwas mehr von ihr, und erst nach einer bestimmten und nicht so ganz unbeträchtlichen Zeit, sie ganz und gar aufgehoben haben. Die 300 Lagen *AC* in Fig. 51. [Taf. I. Fig. 13.] müſsten demnach bey Oeffnung der anderen 300 Lagen *CE*, von diesen nach und nach neutralisirt werden, ihre Action müſste in Uebergängen, die leicht einen Zeitraum von 4, von 8, und mehreren Sekunden, füllten, von 300 herabkommen auf 0. Und eben so nach und nach müſste das Aufhören der Gasentbindung nach der Oeffnung von *CE* Statt haben. Aber von dem allen sieht man keine Spur. Man erwäge nun zwar die Resultate der Versuche in der Anmerkung zu §. 28.; aber auch sie, ob sie gleich, was nach dem Vorherigen Statt haben sollte, sehr einschränken müssen, sind doch noch nicht von der Gröſse, daſs sie alle Uebergänge vernichten, und einen plötzlichen Abschnitt an ihre Stelle bringen könnten. Sie an sich selbst vielmehr enthalten den Grund zu einer neuen Reihe Uebergänge in sich, zu denen sich die schon vorhandenen bloſs addiren, und ungeachtet der gegenseitigen Beschleunigung beyder hierdurch, doch immer noch bloſs Uebergänge, (nur schnel-

lere), ganz und gar aber nicht einen so scharfen Abschnitt, als man sah, geben sollten.

Aber an den angeführten Abweichungen der chemischen Wirksamkeit galvanischer Batterieen von ihrer electrischen, ist es keinesweges genug. Unendlich viele wären es, wenn man sie alle [282 aufzählen sollte. Also nur einige der hauptsächlichsten, d. i., der alltäglichsten, noch.

Bey keiner von allen Batterieen, die ich in Gotha bauete, ist die Zeit der höchsten electrischen Wirksamkeit je die der höchsten chemischen gewesen. Erstere zeigt sich sogleich nach dem Erbauen, und nimmt ab, wie die Batterie älter wird. Letztere hingegen ist die ersten Stunden nach der Erbauung nach Verhältniſs höchst geringe, und stellt sich erst nach und nach immer vollkommener ein, indem die electrische längst in der Abnahme begriffen ist; so daſs die Batterie für chemische Wirkungen gewöhnlich erst den andern Tag recht gut wurde. Aehnliche Erscheinungen werden jedem, der nur etwas darauf geachtet hat, in Menge vorgekommen seyn; und auch ich kannte sie sogleich von den ersten Versuchen mit der Batterie an. Sie sind Regel.

Ferner bemerkt man bey chemischen Versuchen, wie die Wirksamkeit, während die Kette geschlossen bleibt, nach und nach immer mehr zunimmt, so daſs oft kein Vergleich zwischen der Gasentbindung ist, die $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Schliessung, und der, die $\frac{1}{2}$ oder 1 ganzen Tag nach derselben, vorhanden ist.

Ferner ist in electrischer Hinsicht aus Annalen, B. VIII. S. 459., auch der Einfluſs vorhergegangener partieller Schlieſsungen auf nachfolgende gleiche 283] bekannt. Man vergleiche aber damit, was schon in diesem Zusatze unter *E* erzählt wurde. Man denke daran, daſs, wenn Batterieen durch Röhren . . . . mit gut leitenden Flüſsigkeiten zweyter Klasse ganze Tage geschlossen waren, man nun öffnet, und darauf wieder schlieſst, die Gasentbindung sogleich wieder mit aller der Heftigkeit eintritt, mit der sie vor der Oeffnung zugegen war. Das nämliche lange Geschlossenseyn hatte die electrische Spannung dieser Batterie so ruinirt, daſs sie mehrere Stunden brauchte, um sich wieder herzustellen, und nach möglichster Erholung doch schwächer zu seyn und zu bleiben, als vor jener Schliessung. — U. s. w.

Aber ich breche ab, nicht, um nie wieder darauf zurückzukommen, sondern im Gegentheile recht bald, und nicht beyläufig, sondern als zu einer Hauptsache. Ich wollte durch das Erwähnte, bis dahin, nur eine Klasse von Erscheinungen wieder ins Gedächtniſs zurückrufen, die ganz aus der Achtung gekommen zu seyn scheint, und deren nähere Betrachtung es doch allein ist, die sowohl, was Anomalie an ihr selber scheint, als überhaupt die Aufgabe, wie chemische Wirkungen auf galvanischem Wege zu Stande kommen, lösen kann. —

---

# XXVI.

## Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus; als erste Fortsetzung des Aufsatzes in Voigt's Magazin u. s. w. B. IV. S. 575—661. (= No. XXIII. dieser Abhandlungen); — in demselben Magazin, B. VI. S. 97—129, und S. 181 —215 *).

---

## Inhalt.

I. Ueber Luft, Lack, Glas, und dergleichen, statt des feuchten Leiters in Volta's Batterie — Wasserdampf und Flamme als Leiter zweyter Klasse — Metalleität der Kohle.

---

*) Anmerkung. Der Inhalt d[illegible]n Abschnitts dieser Abhandlung ist ein A[illegible]us meinen im Sommer 1803 an das franz[illegible] National-Institut zur Concurrenz um [illegible] Jahr vor-[illegible]er Na[illegible]usgesetz-[illegible]chen [illegible]eschick-[illegible]dieser [illegible]als, und

II. Wirkung der Batterie auf den ganzen Körper — Verschieden nach der Vertheilung der Pole — Allgemeine Folgen daraus für die medicinische Anwendung — Wirkung des Galvanismus auf den Puls.

III. Ladung der Metalle durch die Batterie — Gleich mit der auch ihnen zukommenden Fähigkeit, nach dem Austritt aus dem Kreise der Batterie die umgekehrten Phänomene von denen in demselben zu geben — Entladung da-

---

auch bis jetzt noch, nicht vertheilt wurde, ist bekannt. Eine Verarbeitung jener Versuche aber hat mein Freund und damaliger Pariser Correspondent, H. C. Oersted, mit mehreren ihm eigenen sehr interessanten Anmerkungen, im *Journal de physique*, T. LVII. p. 345—363., abdrucken lassen. In der Nachschrift zu dieser Abhandlung (l. c. p. 363 — 364.), und den Zusätzen (l. c. p. 364—368.), befinden sich noch verschiedene Versuche von mir, die ich in Deutschland bis jetzt noch nicht bekannt gemacht habe, und die besonders die im August 1803 von mir entdeckte neue (electrische?) Polarität der Erde betreffen. Ich werde aber ohnedies in Kurzem zu einer gröfseren eigenen Abhandlung über sie sowohl, als die ferneren Versuche über meine Ladungssäulen, genöthiget seyn, in die ich dann auch jene Versuche, und was ich sonst noch in demselben Jahre 1803 über beyde beobachtete, und Oersted mittheilte, aufnehmen werde.

*R.*

bey — Versuche mit einzelnen Drähten — Mit Platten — Mit Säulen, in welchen eine Summe von Platten mit feuchten Leitern abwechseln — Gröſse der Ladung und Entladung hierbey — Allgemeine Resultate aus den Versuchen mit solchen Säulen — Maximum von Ladung und Entladung — Anderes für chemische, anderes für physiologische Wirkungen — Darstellung ersterer ohne letztere — Letzterer ohne erstere — Verschiedenheit der Leitung und Ladung derselben Maſse Metall und Feuchtigkeit, nach der verschiedenen Vertheilung beyder unter einander — Ladung kleiner Batterieen selbst, im Kreise gröſserer — Modification beyder dadurch — Untersuchung des Ladungsproceſses überhaupt — Des Leitungsproceſses überhaupt — Unterschied zwischen Ladung und Leitung — Verhältniſs der Ladung der Isolatoren zu der der Leiter — Und beyder Bedingungen — Geschichtliche Uebersicht der electrischen Erregung und Ladung — Vergröſserung obiger Ladungssäule bis zum Verstärkungsapparat für Volta's Batterie — Begründung derselben durch den bey ersterer ganz anderen Einfluſs der gröſseren Breite der Platten, als bey letzterer — Fernere Wege zur Vervollkommnung dieses Apparats — Anwendung desselben zur Entdeckung und näheren Bestimmung der Erd-Electricität — Resultate aus ihm für die Voltaische Batterie selbst.

IV. Töne durch Galvanismus — Beweis, daſs die dazu gehörige Zahl der Schwingungen die Zahl der Oscillationen der Action der Batterie selbst ist — Oscillation im electrischen, chemischen, und magnetischen Proceſs — In der electrischen Indifferenz und dem Caloricum — Im bloſsen Wechsel der Stärke als Temperatur — Bey verschieden gesetzter Schnelligkeit als + u. — *E* — Auch verschieden gesetzte Stärke dabey, woher der Gegensatz von Wärme und Kälte bey + und — E — Oscillation im Licht — Mit verschieden gesetzter (polarisirter) Schnelligkeit in den verschiedenen Farben oder dem Farbenspectrum — In der sie begleitenden Verschiedenheit der Stärke als Wärmespectrum — Allgemeine Uebereinstimmung mit der Erfahrung — Electrische Natur des Sonnenlichts.



BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MUENCHEN

V. Jene Oscillation als eine von mehreren, von denen die gröſseren: Perioden, heiſsen — Nothwendigkeit eines erneuerten Studiums der Zeit — Behülflichkeit der magnetischen Variation hierzu — Verknüpfung der Perioden dieser mit denen der Schiefe der Ekliptik — Organismus der Zeit — Biographie der Natur — Des Menschen.

---

Jena, im Julius 1803.

Ich fahre fort, von meinen ferneren Arbeiten über Galvanismus, und deren Resultaten, Nachricht zu ertheilen, soweit nämlich mein neulicher Aufsatz Mag. IV. 575 — 661, und was seitdem von Anderen in letz-
98] terem erschienen, dazu Gelegenheit giebt, und die Zeit es erlauben will. Ich werde für diesmal nur wenige Punkte erörtern, in künftig folgenden ähnlichen Aufsätzen aber nach und nach alles nachholen, was noch zurück ist, oder es von neuem seyn wird.

## I.

Was Dyckhoff's Versuche (Mag. IV. 791 — 793) betrifft, so leuchtet wohl einem Jeden schon von selbst ein, daſs dieselben nicht eher entscheidend seyn können, als bis sie mit, durch ätzenden Kalk, ätzendes Kali, concentrirte Schwefelsäure u. s. w. vollkommen ausgetrockneter Luft, und in solcher, angestellt sind. Was Hr. D. trockne Luft nennt, ist im Grunde nur eine minder feuchte, denn wie oft zeigt in freyer Atmosphäre das Hygrometer wohl auf absolute Trockenheit? — Und hatten die kleinen Stückchen Glas, welche die Platten-

paare aus einander hielten, beym Auflegen mit den nie ganz trocknen Händen nichts von der Feuchtigkeit der letztern angenommen? — Wenigstens muſsten sie vor dem Einlegen zwischen die Plattenpaare gehörig erhitzt seyn, damit, was sie von Feuchtigkeit bekamen oder hielten, alsobald wieder verdunstete, und sie überhaupt vor dem Beschlagen mit neuer gesichert waren. — Hr. D. glaubt, daſs Glas, Siegellack . . . . ähnliche Dienste, wie die Luft in seinem Versuche, leisten werden. Was dünne Lack- [99 schichten betrifft, ist er schon durch Reinhold's Versuche (s. Gilbert's Ann. XII. 34. Anm.) widerlegt, und in Hinsicht des Glases sollte es mir schwerlich gefehlt haben, zu erhalten, was Hr. D. vermuthet, wenn ich bey dem Versuch zu Gotha (s. Reichs-Anzeiger 1802. No. 66. S. 816. *E.*), wo ich 600 mal Zink, Kupfer und dünnes Glas, also 60 mal mehr Lagen, als Herr D. in seinem Versuch mit Luft, über einander schichtete, nicht sowohl das Glas als auch die Metalle vorher gut erwärmt gehabt hätte; dies aber that ich, und erhielt so weder Spannung noch sonst ein Zeichen von vorhandener Electricität. Eben so fiel der Versuch aus, als ich (a. a. O. *B* und *D.*) statt des Glases, heiſses wohl ausgetrocknetes Wachstuch oder Leder nahm. Sobald ich hingegen diese Stoffe so nahm, wie sie uns gewöhnlich in die Hände kommen, (daselbst *A* u. *C.*) war sogleich Spannung und davon abhängende Wirkung da, und auch das Glas (das. *F.*) wurde dazu geschickt, sobald ich selbst nur die beyden Flächen desselben in der Gröſse, in der sie den Metallen entgegenstanden, mit feuchter, jedoch bey weitem noch

nicht ganz nasser Pappe, belegte, während die übrigen Seiten des Glases vollkommen trocken, und dies um so dauernder, blieben, da auch hier das Glas vor dem Versuch erwärmt worden, sich also, außer wo die Pappe das Glas unmittelbar berührte, nir-
100] gends Feuchtigkeit an dasselbe niederschlagen konnte; Beweises genug, daſs das Glas, als solches, bloſs als Körper erster Klasse in der Batterie zugegen war, auf keine Weise also die Stelle eines der zweyten Klasse vertreten konnte. — Aus allem ergiebt sich daher soviel, daſs das Resultat, was ich im R. A. 1802. No. 66. S. 817. II. (vergl. Int. Bl. d. A. L. Z. 1802. N. 193.) aufstellte, und die späteren Versuche Schaub's und Piepenbring's bestätigten, durch Hrn. D's Versuche noch im mindesten nicht in Zweifel gesetzt sey.

Daſs übrigens Wasserdampf und Dunst, und zwar um so mehr, je höher seine Temperatur, ein wirkliches Glied der zweyten Klasse sey, beweist die Art, wie die gewöhnliche Flamme in der Kette der Voltaischen Batterie leitet. Bey ihr ist der Dunst des erzeugten Wassers die Hauptsache; alles übrige befindet sich mit ihm, auf ähnliche Art vermischt, wie auf nassem Wege Salze oder Metallsalze mit Wasser. Sie leitet daher (in dem Grade als sie kann) auch ganz als Leiter zweyter Klasse (vergl. Ann. XIII. 26. Anm.); das Hydrogen, was sich am negativen Drahte entbindet, reducirt die Kohle aus ihrer Auflösung, welche sich dann in den bekannten Dendriten (s. Ann. IX. 335. und f. vergl. Mag. IV. 590.) am genannten Draht nieder-

schlägt, und so zugleich auch noch der Gestalt nach, als das erscheinet, was sie ihrem ander- [101 weitigen Verhalten nach längst war (s. m. Beyträge B. I. St. 2. S. 245. u. Ann. IV. 27. Anm.), als Metall. (Die in der Flamme am positiven Draht zuweilen erscheinenden Gestaltungen gehören mit den an demselben Draht auch in Silber- und andern Metallauflösungen [vergl. Mag. IV. 617.] erscheinenden, zusammen.)

## II. *)

Nauche's Versuche (Mag. IV. 713. 714.) haben nichts Interessantes, als etwa die Anwendung des längstbekannten Princips, zur directen Wirkung auf einen Theil des Körpers oder den ganzen, zwischen die beyden Pole der Voltaischen Batterie denjenigen Nerven oder den gemeinschaftlichen Stamm aller zu fassen, der zu jenem Theil oder diesem Ganzen selbst gehört. Ein Fehler aber, auch für die bloſse Anzeige, ist es, (sowohl hier, als bey noch so manchen, welche in ärztlicher Hinsicht experimentiren, und ihre Versuche geltend machen wollen), daſs dabey auf die locale Vertheilung der Pole nicht die gehörige Rücksicht genommen ist, so daſs man z. B. nicht weiſs, welchen Pol N. am Rückgrat [102 oben, und welchen unten, anwandte, worin doch ein groſser Unterschied liegt. So ist mir schon seit

---

*) Zu bemerken ist, daſs II. und IV., nebst der Hälfte von III., bereits im December 1802 niedergeschrieben wurde.

1801 bekannt, dafs im gesunden Zustande die Armirungsart, nach welcher der *Zink - oder* +=*Pol der Batterie mit der obern Gegend des Rückgrats* nahe am Kopf, der Silber - oder —=Pol hingegen mit der untern, oder auch geradezu mit der Endigung der Füfse, in Verbindung kommt, diejenige ist, deren Erfolg ein *durchgängiges Uebelwerden*, (drückendes Kopfweh, Neigung zum Erbrechen, Widerlichkeit durch alle Glieder, mindere Beweglichkeit derselben u. s. w.,) zu nennen ist, während die entgegengesetzte Armirungsart, (nach welcher der —=*Pol oben*, u. s. w.,) den gleichfalls *entgegengesetzten Erfolg* hat; wie am deutlichsten zu bemerken, wenn man sie unmittelbar nach der Aufhebung der einige Zeit angehaltenen vorigen anwendet, wo, was jene, ohne die jetzige, lange zurückgelassen haben würde, sogleich zusehends aufgehoben, und in *allgemeine Behaglichkeit*, (das Kopfweh in ein Heiterseyn, die Uebelkeit in angenehmen Reiz zum Schlingen, die mindere Beweglichkeit in eine höhere, und in eine allgemeine Lust derselben bewegt zu werden,) verwandelt wird.

Wem übrigens noch erinnerlich ist, dafs der —=Pol der Batterie am Körper überall Contraction, 103] der +=Pol hingegen Expansion setzt, (s. m. *Beyträge* B. II. St. 2. S. 30 u. f. vergl. *Mag.* IV. 588.,) der wird gedachte Folge begreifen, wenn er bemerken will, wie im widerlichen Fall die Pole gerade so anliegen, dafs sie die zum Wohlseyn des Körpers gehörigen, ihm an sich schon eigenen, beschränken, bey hinlänglicher Stärke auch wohl ganz aufheben,

im angenehmen hingegen die Pole der Batterie gerade das nur noch mehr fordern, was der Organismus für sich schon mit sich bringt. Auch braucht es nicht mehr, um mit Grunde für die Wiederherstellung von Ertrunkenen z. B., die letzte Anwendungsart sich vorzüglich empfohlen zu sehen, so wie im specielleren Fall für geschwächtes Gesicht z. B., immer den — = Pol fürs Auge, indefs der + - Pol einen unteren Theil des Körpers armiret, für herzustellende Beweglichkeit der Extremitäten aber den + = Pol an die äufsere Endigung derselben, den — = Pol hingegen an die Ursprungsstelle der zu diesen Extremitäten gehörigen Nerven. Ueberhaupt kann die gehörige Beachtung der sich durch Versuche dieser Art vollends darstellenden eigenen (electrischen) Polarität des gesammten Hirn- und Nervensystems, (und welche durch die ganze Thierwelt durchgeht,) dem heilenden Experimentator für jeden einzelnen Fall ein guter Führer seyn, — (ohne dafs sie sich jedoch alles und jedes anmafsen könnte, indem in der That noch viele Aufschlüsse zurück sind über das, was und wieviel [104 blofse Theilnahme an der Action der geschlossenen Batterie, ohne Rücksicht auf die Ordnung der Pole, in einer Menge von Fällen dennoch allein schon thun kann.)

Gelegentlich führe ich noch etwas über den Einflufs des Galvanismus auf den Puls an, dessen ich schon Mag. IV. 585. gedachte, der Hrn. N. aber noch unbekannt zu seyn scheint. Zur Uebersicht hat man diese Art Einflufs, wenn man die

Batterie auf die ganz gewöhnliche Weise mit den beyden (wohlarmirten) Händen schliefst. Vom Augenblick der Schliefsung an, wird der Puls in dem Arm, der sich auf der *Silberseite* der Säule befindet, *kleiner und härter*, im andern auf der Zinkseite hingegen *gröfser und weicher*, als vorher. Nach länger angehaltener Schliefsung *kehrt die Ordnung sich bey der Trennung um*, und erst nach einiger Zeit ist der Puls wieder in dem den Versuchen vorhergegangenen Zustande. Diese Beobachtung ist bereits bey mäfsiger Wirkung einer Batterie von 100 Lagen und darunter, jederzeit gewifs.

III.

Interessanter, wie die von N., sind die Versuche von Gautherot (Mag. IV. 712. 713. u. 832. 833.); nur dafs auch dieser über die Hauptsache 105] gänzlich im Irrthum ist. Das vorzüglichste davon war mir aus eigenen Untersuchungen schon früher bekannt, woher es mir leicht war, den wahren Werth des Ganzen sogleich einzusehen. Indessen veranlafste mich das Gegenwärtige, jene Untersuchungen wieder aufzunehmen, und die ganz neue Wendung derselben, sammt ihrem Erfolg, hat mir auf jede Weise genug gethan.

*Die gänzliche Umkehrung aller Phänomene, Gefühle, Empfindungen u. s. w. im Augenblick der Trennung*, nachdem man sich selbst im Kreise der Voltaischen Batterie befand, und welche, da ich sie zuerst aufgefunden und durch-

geführt habe, mich zu einer ziemlichen Vertrautheit mit diesem Gebiete brachte, führte mich sehr bald auf die Frage: ob wohl diese Umkehrung dem menschlichen Körper oder organischen Körpern überhaupt, (denn an den verschiedensten Thieren habe ich sie ebenfalls beobachtet,) allein zukomme, oder, ob dies nicht vielmehr eine Eigenschaft aller und jeder Körper, die an der Action der Voltaischen Batterie Theil genommen haben, also auch der Metalle und der andern Körper, aus welchen eine Batterie gedachter Art gebaut werden kann, sey? — Diese Frage war bejaht, als ich im Sommer 1801 fand, daſs von zwey Golddrähten, welche im Kreise der Batterie in der gewöhnlichen Gasröhre eine geraume Zeit Gas gegeben haben, derjenige, welcher Oxy- [106 gengas gegeben hat, bey der Trennung aus dem Kreise der Batterie nach einer sehr kurzen Pause noch einen schwachen Strom Hydrogengas, der hingegen, welcher das Hydrogengas gegeben, nach gleicher kurzer Pause einen schwachen Strom Oxygengas nachgebe.

Nach der Oeffnung des Kreises hat jedoch keine geschlossene Kette mehr Statt; was die Drähte thaten, thaten sie im Zustande der ungeschlossenen Kette; ich kam daher darauf, sie von neuem, auſser dem Zusammenhang mit der Voltaischen Batterie, zu schlieſsen, in der Erwartung, daſs, da die gerade Wirkung unter geschlossener Kette Statt gehabt, auch die folgende umgekehrte unter solcher am besten Statt haben würde. Ich verband daher zwey Wasserschichten im Kreise der Batterie

durch einen Golddraht, welcher aus zwey Stücken zusammengesetzt war, liefs ihn einige Zeit darinne, nahm ihn darauf heraus, und brauchte seine beyden Hälften zum bekannten Geschmacksversuch eben so, wie man sonst Zink und Kupfer, oder Zink und Gold, dazu gebraucht. Ich fand sogleich, dafs dasjenige Ende des Goldes, was im Kreise der Batterie Hydrogengas gegeben hatte, also bekanntlich, wenn ich selbst die Stelle des Wassers vertreten hätte, an meiner Zunge den alkalischen Geschmack gegeben haben würde, jetzt den 107] sauren, und das, was vorhin Oxygengas gegeben hatte, also mir selbst den sauren Geschmack gegeben haben würde, jetzt den alkalischen gab. Dieselbe Umgekehrtheit hatte auch in Rücksicht des Auges Statt, wo ich, anstatt vorhin verminderten Lichtzustand, jetzt erhöhten, und wo, anstatt vorhin erhöhten Lichtzustand, jetzt verminderten, hatte. Auch bey Froschpräparaten zeigte sie sich auf die diesen zukommende Art, eben so bestimmt. Gas damit hervorzubringen, gelang mir indessen noch nicht. Hierbey mufste ich diese Versuche, zufrieden mit einigen Anwendungen, die ich von ihren Resultaten zunächst auf die Theorie der einfachen Kette, und verschiedene anomalische Phänomene beym Galvanisiren mit ihr machte, einstweilen bewenden lassen, bis ich im folgenden Jahr in Sue's *Histoire du Galvanisme* P. II. p. 209. u. f. (vergl. Reinhold's Bearbeitung derselben, zweyte Abtheil. S. 298 — 300.) die Versuche von Gautherot, wovon die aus dem Moniteur im

Magazin IV. 832. 833. befindliche Notiz bloſs das nähere Detail ist, fand, wo indeſs an einem wie am andern Orte bloſs angegeben ist, daſs etwas, nichts davon aber, was, und wo es, da sey. Dies, und die Notiz, welche derselbe Gautherot im Moniteur vom 7 Brum. XI. (= Mag. IV. 712. 713.), von demselben Phänomen, nur mit der Modifi- [108 cation gab, daſs die Zunge, welche nachher in den Versuch kam, auch vorher schon dabey war, erinnerte mich, wie schon erwähnt, von neuem an jene eigenen Versuche, und ich nahm sie sogleich in ernsthaftere Prüfung.

Zunächst verschwand, nach dem, was ich schon früher gefunden, alles Mystische, was Gautherot (a. a. O.) zuzugestehen schien, vollkommen. Auch waren es nicht bloſs Gold und Platina, welche zu G's wie zu meinen Versuchen tauglich waren, sondern beynahe die ganze Voltaische Reihe der Leiter erster Klasse, und zwar im Allgemeinen um so mehr, je näher der Körper, aus dem die Drähte, Stifte u. s. w. bestanden, dem negativen Ende der Reihe, dem krystallisirten Braunsteinoxyd, lag, und um so weniger, je näher er dem positiven Ende derselben, dem Zink, lag, so daſs nur Zink, Zinn und Bley nichts oder fast nichts, Eisen schon etwas, Wismuth und harter Stahl ebenfalls, Messing und Kupfer mehr, Silber noch mehr, Gold und Platina wieder mehr, viel und sehr viel aber Reiſsbley und Braunstein, gaben. (Kohle wirkte ebenfalls, jedoch nicht ganz ihrer Stelle in der Reihe angemessen; woran Nebenumstände Schuld seyn

mögen.) Ferner verhielt sich die Stärke der Wir-
109] kung nur bis zu einer gewissen Anzahl Plattenpaare der Anfangs dazu angewandten Batterie, wie diese Anzahl, dann blieb sie nach und nach stehen, wie auch jene Anzahl wuchs; ein Punkt, welcher für jedes Metall . . . . ein anderer war. Ferner zeigte sich das Auge als ein noch weit empfindlicheres Organ, als die Zunge, denn hier wirkten auch die Metalle, die vorhin auf der Zunge noch keine bemerkbare Wirkung hervorbrachten. Ferner kamen sie überall, wo G. nach der Trennung von der Batterie eine stärkere Empfindung, als vor derselben, oder bey der Verbindung mit ihr, zu bemerken glaubte, und daher der Zunge Condensatordienste zuschrieb, von zwey Seiten Umstände herbey, die sich gegenseitig unterstützten. Denn erstlich wurde während der Verbindung der Zunge mit der Batterie nach dem längst von mir aufgestellten allgemeinen Gesetz, (s. Beweis, §. 20. S. 119. u. f. vergl. Beyträge, B. II. S. 86. u. f.), die Erregbarkeit der Zunge für die Reize in der hierbey vorhandenen Vertheilung vermindert, dagegen für die nämlichen Reize, aber in umgekehrter Vertheilung, erhöht; zweytens brachte die bey der Trennung von der Batterie von selbst erfolgende Umkehrung der Pole der Metalldrähte . . . . gerade diese umgekehrte Vertheilung hervor, die nun, an sich schon bedeutend, in die vorher in der Erregbarkeit für sie erhöhten Stellen des Organs eingriff,
110] und so ganz natürlich einen sehr beträchtlichen Erfolg verursachen mufste, der oft stärker zu seyn scheinen konnte, als der anfängliche beym ersten

Eintritt in den Kreis der Batterie. Diese Verstärkung fiel daher weg, sobald ich die Metalle bey dem Austritt aus dem Kreise der Batterie auf andere Stellen der Zunge brachte, als auf die, die beym Eintritt in gedachten Kreis im Versuche waren, und dasselbe galt für alle übrigen Organe, an denen ich den Versuch anstellte.

Einiges zur Verstärkung des Erfolgs, besonders bey langen und wiederholten Versuchen, rührt auch noch daher, dafs theils die Zunge . . . . nach und nach an sich für jede Wirkung merklich empfindlicher wird, theils die Metalldrähte selbst durch oft wiederholten Gebrauch zu dergleichen Versuchen etwas gröfserer Veränderungen fähig zu werden scheinen, als sie im Anfang erlitten. Dafs aber die von Gautherot (Mag. IV. 713. Z. 13 — 17) empfohlene Operation etwas besonderes thäte, habe ich nicht bemerkt. Der Erfolg war z. B. nach 5 Minuten der nämliche, ich mochte unterdessen die Drähte sehr oft mit der Batterie, dann wieder unter sich, berührt, oder sie diese ganze Zeit über ruhig an der Batterie gelassen, und nun unter einander berührt haben.

Uebrigens ist die Wirkung, welche Metalldrähte unter den oft erwähnten Umständen geben, [111 weit bedeutender, wenn sie bey der Verbindung mit einem gleich grofsen Stück der Batterie die Leiter der zweyten Klasse berühren, oder durch solche, (Tropfen Salzwasser z. B.,) die man auf die der ersten bringt, mit ihnen in Verbindung stehen,

als wenn sie dabey die Leiter der ersten Klasse unmittelbar berühren. So ist auch bey der nachherigen Schliessung der Drähte unter sich zur Kette die Wirkung weit stärker, wenn die Drähte sich unmittelbar berühren, als wenn man sie bloss durch einen Tropfen Wasser oder Salzwasser mit einander verbindet.

Wendet man statt zweyer homogener Drähte, zwey heterogene zum Versuch an, so wird der Versuch dadurch mannichfach modificirt. Es ist aus dem Obigen bekannt, dass bey homogenen Drähten der, welcher mit dem + ⸗ Pol der Batterie, oder einer ihm zugelegenen Stelle derselben, verbunden gewesen, nachher die Eigenschaften eines — ⸗ Pols, der mit dem — ⸗ Pol der Batterie (u. s. w.) verbunden gewesene aber nachmals die Eigenschaften eines + ⸗ Pols zeigt. Man nehme daher zwey heterogene Drähte, z. B. Eisen mit Gold, so, dass das Gold, als — ⸗ Pol dieser Verbindung, mit dem + ⸗ Pol, den es der Berührung mit der Batterie zu Folge nachmals zeigen sollte, zusammenfällt, und so der Zink, als + ⸗ Pol 112] (u. s. w.), mit dem nachherigen — ⸗ Pol. Bey der Berührung beyder Drähte unter sich, nachdem sie mit der Batterie verbunden waren, hat man nichts, statt dass sie, wären sie nicht vorher mit der Batterie in Verbindung gewesen, merklich etwas gegeben hätten. Man wende sie hingegen so an, dass das Gold als — ⸗ Pol (in so fern es mit Eisen verbunden ist) mit dem — ⸗ Pol, den es zu Folge vorhergegangener Batterieeinwirkung noch hinzubekommt, zusammenfällt, und so der Zink als + ⸗ Pol mit dem durch

die Batterie gesetzten + Pol; und bey der nachherigen Verbindung beyder unter sich wirken sie weit stärker, als sie ohne eine solche vorhergegangene Verbindung mit der Batterie gewirkt haben würden. Hier addirt sich also die gleiche Action zur gleichen, die ungleichen hingegen heben sich gegenseitig auf.

Doch bleiben die Einflüsse der Batterie auf die Metalldrähte . . . . welcher Art und Anordnung sie auch seyen, nicht für immer in derselben zurück. Nur im Augenblick nach der Trennung von der Batterie sind sie mit dem Maximum zugegen; späterhin nehmen sie ab, und verlieren sich nach und nach ganz, und so, daſs, wenn man auch die Drähte nach der Trennung von der Batterie gar nicht unter einander berühret, sondern ganz ruhig liegen läſst, man nach Zeit ½ oder ¾ Stunde doch keine Spur von zurückgebliebenem Einfluſs ent- [113 decken kann. Schneller aber wird er allerdings durch wirkliche nachherige Verbindungen der Drähte unter sich erschöpft, und zwar um so schneller, je besser der Leiter zweyter Klasse (die Zunge, Salmiakauflösung u. dergl.) dabey ist. Doch ist auch hier die Erschöpfung, die oft sehr schnell eintritt, nur scheinbar. Man darf dann die Drähte nur 5 — 10 Sekunden ruhen lassen, und sie haben sich wieder erholt. Bey, einmal lange genug in der Kette der Batterie gewesenen, Golddrähten, habe ich diesen Wechsel der Erschöpfung und Wiedererholung öfters gegen 5 bis 6 mal beobachtet. Selbst wenn ich zwey unter gehörigen Umständen im Kreise der Batterie gewesene Golddrähte so unter sich selbst

verband, dafs an beyden Verbindungsstellen + mit —, oder — mit +, zusammen, und gar kein Leiter zweyter Klasse dazwischen kam, und sie ½ oder 1 Sek. so verbunden liefs, war doch dadurch die Wirkung der Drähte für den nachherigen Versuch, wo die Zunge in die Kette tritt, nur geschwächt, nicht aufgehoben; nach einigen Sekunden Ruhe sammelte sie sich wieder, und war von neuem in ziemlicher Stärke da. Auch dies Spiel liefs sich mehrere Male wiederholen, ehe eine bleibende Unwirksamkeit eintrat.

Uebrigens ist es für alles, was von solchen Metalldrähten . . . . zu haben ist, von bedeutendem 114] Nutzen, wenn man sie, besonders während ihrer Verbindung mit der Batterie, in beständiger und guter Isolation erhält. —

Ich bin mit Fleifs in Erzählung dieser Erscheinungen etwas mehr ins Detail gegangen, als man glauben möchte fordern zu dürfen; und doch umgehe ich ein noch bey weitem gröfseres, was ich ebenfalls, wenn es um ganze Vollständigkeit zu thun wäre, noch liefern könnte. Das Angeführte indefs war nöthig, weil es den Kein enthält zu dem, was ich nun erzählen werde, und dasselbe zugleich besser commentirt, als eine grofse Abhandlung.

Es war nämlich im Anfange des Decemb. 1802, als mich die ungemeine Aehnlichkeit solcher der Wirkung der Voltaischen Batterie ausgesetzt gewesener Drähte, mit Galvanischen Ketten oder schwachen Batterieen selbst, veranlafste, statt der Drähte Platten zu nehmen, und zu versuchen, ob sich die Menge kleiner einzelner Span-

lungen dieser Platten nicht eben so zu Einer grofsen gemeinschaftlichen Spannung und davon abhängenden Wirkung, auflösen würde, wie es mit den einzelnen Lagen bey Volta's Batterie der Fall ist. Auch waren mir durch die vorige Untersuchung bereits fast alle Elemente gegeben, die mich dabey leiten konnten.

Ich eile sogleich zu einem Beyspiel, um [115 einen Begriff von der Art zu geben, wie dieses Vorhaben mir glückte.

Man schichte 50 Kupferplatten, wovon jede etwas gröfser als ein Laubthaler und etwa so dick als ein Kartenblatt, mit eben soviel kochsalznassen Pappen von ungefähr 2 Par. Quadratzoll Fläche, und 1 Linie Dicke, nach der Ordnung: Kupfer, Pappe, Kupfer, Pappe, Kupfer u. s. w., und beschliefse die Reihe zuletzt ebenfalls mit Kupfer. Man wird so eine kleine Säule haben, die, sich selbst überlassen, zu keiner Zeit weder den mindesten Funken, noch Gas, noch Schlag u. s. w. bemerken läfst. (Ich werde diese Säule, und ähnliche, im Folgenden beständig *A* nennen.) Man verbinde jetzt das obere Ende von *A* durch einen Eisendraht mit dem + = oder dem Oxygenpol, das untere Ende derselben durch einen andern Draht aber mit dem — = oder dem Hydrogenpol einer gewöhnlichen Voltaischen Batterie von 90 bis 100 Lagen Kupfer, Zink und kochsalznasser Pappe, alles von denselben Dimensionen, als Kupfer und Pappe in *A* haben, und lasse beyde 3 — 5 Minuten in Verbindung. Darauf nehme

man schnell (gleichviel) einen oder beyde Verbindungsdrähte ab, und schliefse *A* (was früher gar nichts gab), vom einen Ende zum andern mit einem Eisendraht. Man wird nun einen schönen rothen 116] sternartigen Funken haben, ganz wie ihn Volta's Batterie selbst giebt. Man kann diese Schliefsung wiederholen, und man wird neue Funken haben, die nach und nach an Stärke abnehmen und endlich verschwinden. (Unmittelbar nach dem Austritte *A*'s aus dem Kreise der Batterie haben sie gewöhnlich 2 bis 3 Linien, $\frac{1}{2}$ Sek. später 1 — 2 Linien, 1 Sek. später noch $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Linien im Durchmesser, und erst mit $1\frac{1}{2}$ Sek. fehlen sie gewöhnlich ganz.) Hat man statt dessen feines Gold- oder Silberblatt an dem Ende von *A* aufgehangen, was mit dem + = Pol von Volta's Batterie in Verbindung war, und schliefst mit dem Draht an diesem, so wird man die Verbrennung dieser Metalle auf dieselbe Weise haben, wie an Volta's Batterie. Schliefst man, statt eines Eisendrahtes, mit einer Röhre voll Wasser, welche, wie gewöhnlich zu Gasversuchen, mit 2 Golddrähten versehen ist, die nahe bey einander stehen, so wird man sogleich mit der Schliefsung an beyden Drähten Gasentbindung haben, und zwar wird an dem Draht, der mit dem Ende von *A*, was mit dem + = Pol der Voltaischen Batterie in Verbindung war, in Berührung ist, Oxygengas, an dem Draht aber, der mit dem Ende von *A*, was mit dem — = Pol der Voltaischen Batterie in Verbindung war, in Berührung ist, Hydrogengas erschei-

nen. Die Entbindung beyder wird eine ziemliche Zeit fortfahren, während dessen aber abnehmen, und zuletzt aufhören. Schliefst man, statt der [117
Gasröhre, mit beyden Händen, welche man mit Kochsalz – oder Salmiakauflösung gehörig feucht gemacht, und mit Massen von Zink oder Eisen armirt hat, so wird man, wenn man in Zwischenzeiten von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Sek. immer wieder von neuem schliefst, wohl an 80 — 100 Schläge bekommen, von denen die ersten bis an die Ellenbogen zu reichen pflegen, die folgenden aber immer schwächer und zuletzt unmerklich werden. Hat man aber auch nur einzelne Finger mit blofsem Wasser benetzt, so wird man dennoch an 30, 40, auch 50 Schläge aus der Säule *A* erhalten, nur dafs sie von Anfang weit schwächer wie die vorigen sind. Man darf aber, wenn hier keine mehr erfolgen, nur die Finger oder die ganzen Hände mit Kochsalz - oder Salmiakauflösung befeuchten, auch wohl armiren, und man bekommt von neuem noch eine Reihe Schläge, die sich endlich abermals verlieren. Bringt man, statt der einen von beyden Händen, ein Auge, ein Ohr, die Nase, die Zunge, oder sonst einen Theil des Körpers, in den schliefsenden Kreis, so hat man in jedem dieser Organe dieselben Empfindungen, die Volta's Batterie selbst zu geben pflegt, d. i. auf der Seite des Endes von *A*, was mit dem + = Pol der Voltaischen Batterie in Verbindung war, im Auge: erhöhten Lichtzustand, bläuliche Farbe, Verkleinerung der Gegenstände, schlechter als gewöhnlich begrenztes Aussehen derselben; im Ohr: Geräusch [118

mit tieferm Ton als $\overline{g}$; in der Nase: Geruchsunterdrückung wie durch *Acide muriatique oxygéné;* auf der Zunge: sauren Geschmack; und endlich in allen diesen, wie in jedem andern Theile des Körpers, Expansion. Auf der Seite des Endes von *A* hingegen, was mit dem — = Pol der Voltaischen Batterie verbunden war, hat man, im Auge: verminderten Lichtzustand, röthliche Farbe, Vergröſserung der Gegenstände, und besser als gewöhnlich begrenztes Aussehen derselben; im Ohr: Geräusch mit höherm Ton als $\overline{g}$; in der Nase: Reiz zum Niesen; auf der Zunge: alkalischen Geschmack; und endlich der allgemeinen Empfindung nach in allen diesen, wie in jedem andern Theile des Körpers: Contraction. Es gelingt sogar, bey gehöriger Aufmerksamkeit, nachdem man sich eine kurze Zeit im schlieſsenden Kreise befunden, bey und nach der Oeffnung desselben, in mehreren Fällen, die nämliche Umkehrung aller Phänomene zu haben, welche in Bezug auf Volta's Batterie schon bekannt genug ist, (vergl. oben.)

Scheint die Säule *A* durch Schlieſsung mit Eisendraht, mit wohlgenäſsten Händen u. s. w., erschöpft zu seyn, so darf man sie meist nur eine kleine Zeit ruhen lassen, und sie wirkt sogleich von neuem
119] wieder, in dem ihrem Alter und den übrigen Umständen angemessenen Grade.

Auch hat die Säule *A* während ihrer Verbindung mit der Batterie eine bedeutende electrische

Spannung angenommen, so dafs sie + zeigt, wo sie mit dem + = Pol, und —, wo sie mit dem — = Pol jener Batterie, in Verbindung war. Sie behält diese Spannung nach der Trennung der Verbindung mit letzterer. Sie nimmt aber nach und nach ab, bis sie endlich unmerklich wird. Die Spannung ist an ihr eben so projicirt, wie an VOLTA's Säule, und befolgt bey den Veränderungen, welche in Hinsicht der Schliefsung und Wiederöffnung, Ableitung u. s. w., mit ihr vorgenommen werden, genau denselben Gang, von welchem ich in GILBERTS Ann. VIII. 445 — 467 ausführlich gehandelt. Auch kann man bey jedem Grade von Spannung, welchen die Säule *A* hat, eine Leidner Flasche an ihr zum nämlichen Grade der Spannung laden, ohne dafs man dabey einen davon herrührenden merklichen Abgang an ihrer eigenen gewahr würde.

Schliefst man die Säule *A* sogleich nach ihrem Austritt aus der Verbindung mit der Batterie durch einen Eisendraht total, und läfst sie eine oder etliche Minuten geschlossen, so zeigt sie nach der Oeffnung dann gewöhnlich nichts mehr. Sie ist nun [120 entladen. Eben so, wie sie das durch eine grofse Anzahl wiederholter partieller Schliefsungen wird. Um sie wieder herzustellen, ist nichts nöthig, als sie von neuem auf einige Minuten mit der Batterie zu verbinden, und dann sie wieder davon zu trennen. So kann man dies Spiel ungezählte Male wiederholen. Eine momentane Verbindung mit der Batterie

ist dazu nicht hinreichend; im Gegentheil thut sie fast gar nichts.

Läfst man die Säule *A* nach ihrem Austritt aus dem Kreise der Batterie ohne Schliefsung $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden durchaus in Ruhe stehen, und schliefst darauf erst, auf welche Art es auch sey, so wird man, welchen Grad von Wirkung sie auch im Anfange zeigen mochte, jetzt dennoch nicht die mindeste mehr vorfinden. Sie hat sich völlig entladen, doch nicht nach aufsen, wie oben nach lange oder oft wiederholten Schliefsungen durch Draht u. s. w., sondern nach innen, auf dieselbe Art, wie man dies oben von den einzelnen Drähten gesehen hat. —

— Das erzählte Beyspiel einer Säule *A* aber ist in der That nur Eines, und alle Angaben ihrer Wirksamkeit, was die Quantität betrifft, gelten nur von diesem Einen. Theils durch Veränderung der Voltaischen Batterie selbst, theils durch Vertau-
121] schung des Leiters zweyter Klasse in *A* mit einem andern in Quantität und Qualität vom vorigen verschiedenen, entsteht eine unendliche Menge von möglichen Fällen, in welche alle mich einzulassen, ich hier unmöglich unternehmen kann, weshalb ich blofs einiges vom Merkwürdigsten in kurzen Sätzen hier anführen will.

1. Bey gleicher Lagenzahl einer Voltaischen Batterie (z. B. 90) und gleicher Schichtungszahl der

Säule *A*, und ebenfalls gleicher leitender Flüssigkeit zweyter Klasse in letzterer, geht diese Säule *A* aus der Verbindung mit der Batterie um so wirksamer hervor, je näher das Metall, was in *A* mit feuchter Pappe geschichtet ist, in der Voltaischen Spannungsreihe dem negativen Ende derselben liegt. Beyspiele sind Säulen aus 24 mal Zink und Kochsalzauflösung, und 24 mal Kupfer und Kochsalzauflösung.

2. Je besser bey gleicher Säule *A* der feuchte Leiter in der gleich grofsen Voltaischen Batterie, desto stärker geladen geht *A* aus der Verbindung mit ihr hervor. Zum Beyspiel dient eine Säule *A* aus 50 mal Kupfer und Kochsalzauflösung, das eine Mal an einer Batterie von 100 mal Zink, Kupfer und Wasser, das andere Mal an einer gleichen, nur statt des Wassers mit Kochsalz-, das dritte Mal mit Salmiakauflösung gebauten, geladen.

3. Je schlechter bey völlig gleicher Voltaischer [122 Batterie der feuchte Leiter in einer sonst gleichen Säule *A*, desto stärker geladen wird *A*. Beyspiele, wenn die Batterie aus 100 Lagen mit Kochsalzauflösung besteht, sind, Säulen aus 40 mal Kupfer und Salmiakauflösung, aus 40 mal Kupf. und Kochsalzauflösung, und aus 40 mal Kupfer mit blossem Wasser. Doch hat dies seine Grenzen. Denn 40 mal Kupfer mit reinem Weingeist nehmen fast gar keine Ladung an. Welches sich aber erklärt, da Ladung hier genommen ist als das Product aus Span-

nung und Capacität, dieses aber äuſserst veränderliche Gröſsen sind, folglich auch die Producte daraus, wenn gleich der eine Factor davon, die Spannung, in beständigem Steigen oder Fallen ist.

4. Bey gleicher Beschaffenheit der Säule *A*, wird diese um so stärker geladen, je gröſser bey gleichem feuchtem Leiter die Anzahl der Lagen der Batterie ist. Beyspiel, eine Säule *A* von 50 mal Kupfer und Kochsalzauflösung, geladen von 50, dann von 100 Lagen Voltaischer Batterie.

5. Bey gleicher Beschaffenheit der Voltaischen Batterie wird *A* um so stärker geladen, je gröſser bey gleichem feuchtem Leiter die Anzahl der Schichtungen in *A* ist. Beyspiele sind eine Säule *A* von 60 mal Kupfer und Kochsalzauflösung, und eine von 123] 120 mal K. und Kochsalzauflösung, geladen an einer gleichen Voltaischen Batterie von 100 Lagen mit derselben Flüssigkeit.

(Zu bemerken ist indeſs, daſs 1 — 5 nur bis zu gewissen Grenzen vollkommen richtig sind, auſserhalb dieser aber Modificationen erleiden, die, wie jene Grenzen, zu ihrer genauen Bestimmung schon umständlichere Untersuchungen erfordern, zum Theil jedoch aus dem Folgenden bereits einleuchten werden.)

6. Die Dicke des feuchten Leiters in *A* ist von groſsem Einfluſs. Beyspiele sind 60 mal Kupfer und

Kochsalzauflösung, erst mit Pappen von ½ Linie, dann von 1 Linie, dann von 2 Linien Dicke. Zur Ladung eine Batterie von 90 Lagen K., Zink und Kochsalzauflösung. Hier ist die Wirkung der ersten und dritten Säule schwächer wie die der zweyten.

7. Noch verwickelter aber wird der Erfolg, wenn die Dicke des feuchten Leiters, und die Zahl der Schichtungen, in *A*, zugleich, verändert werden. Er wird vorzüglich durch einen Erfahrungssatz begründet, von dem man früher wohl keine Ahnung gehabt hätte, den nämlich: dafs eine und dieselbe Masse Metall und Feuchtigkeit im Kreise der Batterie äufserst verschieden leitet, nachdem Metall und Feuchtigkeit verschieden unter einander ver- [124 theilt sind. Man setze z. B. von 64 Kupferplatten je 32 und 32 so zusammen, dafs sie Ein Contiguum bilden, und bringe ebenfalls 64 zu einem Contiguum verbundene (z. B. Wasser-) nasse Pappen dazwischen. Diese Verbindung von K., Feuchtigkeit u. K., leitet unter allen möglichen Verbindungen jener 64 K. und Pappe am besten. Man ordne sie ferner so: 21 K., 32 P., 22 K., 32 P., 21 K.; diese Verbindung leitet schon schwächer als die vorige. Man ordne sie ferner: 16 K., 21 P., 16 K., 22 P., 16 K., 21 P., 16 K.; dann so, dafs P. von K., statt zulezt 2 mal, jetzt 4-, dann 8-, dann 16-, dann 32-, dann 64-mal, unterbrochen wird, und bey jeder häufigern Unterbrechung ist die Leitung geringer. Nun habe ich gesehen, dafs selbst hundert Kupferplatten

im Kreise der Batterie nicht merklich schwächer oder stärker leiten, als eine einzige, sobald die äufsern Seiten der Reihe nur mit denselben Flächen in den Versuch eingehen. Man theile also jede der 64 Pappen erst in 2, dann in 4, 2 oder 4 mal dünnere Scheiben, und schichte sie mit 128, dann mit 256 Kupferplatten, und man wird wieder die erste Verbindung weit schwächer leiten sehen, als eine der früheren, und die zweyte wieder viel schwächer als die erste. Auf diese Weise steht es in der Gewalt des Experimentators, jeden möglichen Grad von Lei-
125] tung oder Isolation zu construiren, je nachdem er (entweder) bey gleicher Masse von feuchtem Leiter die Unterbrechungen durch Leiter erster Klasse vermehrt, (oder auch, was ich nun erst kaum erwähnen darf, bey gleicher Zahl der Unterbrechungen zum feuchten Leiter vom Anfang an eine besser oder schlechter leitende Flüssigkeit nimmt,) und er kommt dazu noch überdies zur Lösung einer Aufgabe, die ihm früher beynahe unbekannt war, nämlich: aus 2 gegebenen Massen guter Leiter einen dritten zu construiren, welcher schlechter, und sehr viel schlechter leitet, als selbst der schlechteste von jenen beyden, ja welcher fast ganz isolirt.

8. Das in 7. Erzählte führt auf ein zweytes höchst merkwürdiges Resultat. Die Spannung nämlich, die eine Säule *A*, in der Lette einer gegebenen Voltaischen Batterie erhält, verhält sich umgekehrt, wie die Leitung *A*'s, ihre Capacität aber gerade wie diese. Man wird somit auf einen Punkt

geleitet, wo Spannung und Capacität zusammen ein Product von Ladung geben, was gröfser ist, als alle übrigen bey höherer Spannung oder höherer Capacität zu erhaltenden. Es kommt überhaupt ein Maximum von Ladung zu Stande; ein Maximum zwar, was für jede andere Masse Metall und Feuchtigkeit ebenfalls ein anderes ist, was ich aber für die in 7. gegebene sogleich bestimmen will. Doch wird man auch dieses [126 kaum realisirt sehen, ohne ein drittes fast noch merkwürdigeres Resultat damit in Verbindung zu erblicken, das nämlich: dafs das Maximum von Ladung für die chemische Wirkung ein ganz anderes ist, als für die physiologische (Schlag u. s. w.), ja, dafs sich die letztere Wirkung ganz ohne alle chemische darstellen läfst, so wie kurz darauf gleich Fälle folgen sollen, wo auch die chemische Wirkung ganz ohne physiologische kann dargestellt werden, welches demnach auf nichts geringeres, als auf die gänzliche Verschiedenheit der Ursachen der chemischen und der physiologischen Wirkungen hindeutet. Das Verfahren znr Lösung der erstern Aufgabe ist folgendes. Man unterbreche 64 wassernasse Pappen (von etwa 2 Quadratzoll Fläche), deren Contiguum auf beyden Seiten mit (gleichviel wieviel) Kupfer eingefafst ist, zuerst kein-, dann 1-, dann 2-, dann 4-, dann 8-, dann 16-, dann 32-, dann 64-, dann 128-, dann

256-mal durch Kupfer, bezeichne diese Säulen *A* mit den Numern I. bis X., bringe jede Numer darauf, eine nach der andern, in den Kreis einer Voltaischen Batterie von 90 Lagen Zink, Kupfer und gesättigter Kochsalzauflösung, lasse sie 4 bis 6 Minuten darin, trenne sie davon, untersuche sie darauf, und man wird haben:

aemische Wirkung.

(Beob einer Gasröhre mit Golddräh-
trometer ren Enden ¼ Linie aus einander
genen Ver
rigen Ums
nes Platter

Bey No. in Gas.

- No. einige Bläschen.
- No. etwas Gas.

- No. as.
- No. mehr Gas.
- No. ordentlich viel Gas. Es
d sich mit ungemeiner Hef-
t, und hielt mehrere Minu-
ı.
- No. ch viel, aber doch weit we-
Gas als in VI.
- No. weit weniger Gas, wenig
als in V.
- No. eine Spur von Gas
.

- No. lls keine Spur von Gas
.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier [127 nachweisen wollte, wie beyde Maxima an Gröſse und Ort des Vorkommens wieder dadurch modificirt werden: daſs der Leiter zweyter Klasse in *A* ein anderer; daſs bey gleichem Leiter dieser Klasse, der der ersten in *A* ein anderer; daſs beyde andere; daſs die zur Ladung gebrauchte Batterie eine andere, u. s. f., ist, ob ich gleich alle diese Fälle bereits umständlich untersucht habe. Ich eile daher nun noch zu einem Falle, wo sogar nirgends mehr chemische Wirkung vorkommt, während dennoch die physiologische von dem Minimum herauf bis zum Maximum, und von da wieder zurückgeht, und über dessen etwas veränderte Bedingungen man in 10. Aufschluſs erhalten wird.

Ich hatte eine Säule *A* gebauet aus 64 Lagen Zink, Kupfer und wassernasser Pappe: je 32 derselben standen sich mit gleichnamigen Polen entgegen, und die ganze Säule gab für sich durchaus keine Wirkung. Eine andere aus eben soviel und gleichen Lagen war so gebaut, daſs sogleich auf jede eine Lage eine zweyte folgte, die ihr entgegenstand. Sie zeigte für sich ebenfalls keine Wirkung. Erstere Säule werde ich α, letztere β nennen. Die Batterie zu diesen Versuchen war die vorige, und zwey Tage alt. Die Säulen α und β ebenfalls. Ich setzte α und β über einander, und verband das obere Ende von α mit dem einen, das untere [128 von β mit dem andern Pol der Batterie. Nach der Trennung erhielt ich:

| | | |
|---|---|---|
| von $\alpha$ und $\beta$ | starken Schlag. | nirgends eine Spur von chemischer Wirkung. |
| von $\alpha$ und $\frac{1}{2}\beta$ | noch stärkern Schlag. | |
| von $\alpha$ allein ohne $\beta$ | sehr starken Schlag, stärker als alle übrigen. | |
| von $\beta$ allein ohne $\alpha$ | etwas schwächern Schlag. | |
| von $\frac{1}{2}\alpha$ (so daſs sich von 32 Lagen je 16 entgegenstanden) | wieder schwächern Schlag. | |
| von $\frac{1}{4}\alpha$ (von 16 Lagen je 8 entgegen)<br>von $\frac{1}{8}\alpha$ (von 8 Lagen je 4 entgegen)<br>von $\frac{1}{16}\alpha$ (von 4 Lagen je 2 entgegen) | immer schwächern Schlag, bis herab zum äuſserst schwachen. | |
| von $\frac{1}{2}\beta$<br>von $\frac{1}{4}\beta$<br>von $\frac{1}{8}\beta$<br>von $\frac{1}{16}\beta$ | eben so. | |

129] Der Vollständigkeit wegen füge ich nun in Hinsicht der obigen zweyten Aufgabe einen solchen Fall hinzu, wo umgekehrt die chemische Wirkung ganz ohne alle physiologische vorhanden ist, wodurch denn das System aller möglichen Fälle von Trennbarkeit chemischer Wirkung von physiologischer, und umgekehrt, gewissermaſsen vollendet ist. Man hat ihn besonders bey der Ladung der Säulen No. V. und VI. oben. Diese beyden, wovon

No. VI. gerade die chemisch-wirksamste in der ganzen obigen Reihe ist, unterhalten nämlich bey der Verbindung mit VOLTA's Batterie nach vollbrachter Ladung ihrer bey fortdauernder Verbindung mit der Batterie noch starke gleichförmige Gasentbindungen, besonders No. V.; demungeachtet: wenn man die Hände, selbst mit Salmiakauflösung näfst, und mit grofsen Metallmassen armirt, bekommt man, wenn man die Gasröhre, oder wenn statt ihrer ein Eisendraht eingehangen ist, diesen, einen Augenblick aushebt, und sogleich darauf mit den so armirten Händen schliefst, nicht das geringste von Schlag. Schliefst man aber statt dessen in der nämlichen kurzen Zeit nach der Oeffnung mit der vorigen oder auch mit einer neuen Gasröhre, so hat man dennoch sogleich Gasentbindung, und zwar bey No. V. besonders stark, obgleich hier der Schlag eben so gut gänzlich fehlt, als bey No. VI.

So wäre also die Trennbarkeit der physio- [181
logischen Wirkungen der Electricität von ihren chemischen, und umgekehrt, (welchen letztern Fall ich bereits im Mag. IV. 581. 582., nur auf anderm [182
Wege, vermuthete, und gewifs auch auf diesem noch darstellen werde,) nunmehr in der That vollständig dargethan; — eine Sache, die von äufserster Merkwürdigkeit scheint, und über Etwas dereinst sicher grofse Aufklärung geben mufs. Denn so hat sich das Lebendige vom Todten noch nirgends unterschieden, einen solchen Reichthum von Reiz (ja Nahrung) für beydes hat die leblose Natur noch

nie mit der Uneigennützigkeit gezeigt, als hier. Einen doppelten Schatz hält sie in geheimer Verwahrung, aber nur des einen bedient sie sich nach Nothdurft, während sie den andern, einem Diener gleich, dem Leben entgegenträgt. Ein unendliches Feld öffnet sich dem Forscher, und eine Welt darf das Schönste hoffen.

— 9. Wenn ferner irgend eine Säule *A* aus den vorigen Versuchen, chemische Wirkung und physiologische zugleich giebt, so erhält man ebenfalls beydes zusammen, und in entsprechendem Grade, wenn man bey der, der Entladung von *A* vorhergehenden, Verbindung derselben mit Volta's Batterie, statt des einen Eisendrahts, selbst in den Verbindungskreis tritt, oder eine Gasröhre hereinbringt. Wenn sie hingegen blofs physiologische Wirkung, ohne chemische, giebt, so erhält man auch unter diesen Umständen keine chemische, sondern blofs Schlag 183] u. s. w., und zwar steht dieser mit dem, den *A* nach der Trennung giebt, im genauen Verhältnisse. —

— 10. Jede Zusammensetzung von Leitern erster Klasse mit Leitern der zweyten in der gehörigen Zahl der Abwechselungen, sobald sie nur so ist, dafs sie von ihren Enden aus geschlossen, nichts von Wirkung giebt, dient statt der Säule *A*, oder ist eine, und alle Versuche, die mit der gewöhnlichen Säule *A* gelingen, gelingen auch mit diesen. Beyspiele sind Säulen in der Ordnung: Kupfer, Pappe, Zink, P., K., P., Z., P., Kupfer u. s. w.) (Säulen, die bey gleicher Pappenzahl bey weitem nicht

das Mittel zwischen welchen blofs mit Kupfer, und andern blofs mit Zink geschichteten halten, sondern sich von den erstern nur wenig entfernen); ferner Säulen aus K., Z., P., K., Z., P., . . . . . . P., Z., K., P., Z., K., oder aus K., Z., P., Z., K., P. u. s. w. u. s. w.

11. Sämmtliche Arten und Aequivalente von *A* erhalten ihre Ladung von der Voltaischen Batterie nicht allein dann, wenn diese am einen Ende — E, am andern + E, zeigt. Sie erhalten sie eben so gut, wenn auch die Batterie nirgends —, sondern von oE am einen Ende an, in steigender Quantität durchaus +, oder nirgends +, sondern von oE an durchaus — hat. Ja sie erlangen sie eben so vollkommen, wenn auch die Batterie, oder das [184 Stück derselben, was sie ladet, nirgends weder o, noch —, sondern überall +, oder nirgends weder o noch +, sondern überall — hat, sobald nur die zum Versuch angewandte Batterie oder das Stück derselben eben so viel Lagen stark ist, als in den vorigen Versuchen. (In Hinsicht der Ladung sogenannter electrischer Flaschen und Batterieen habe ich Versuche dieser Art mit ähnlichem Erfolge bereits in Gilbert's Annal. XIII. 33. u. f. beschrieben.)

12. Ladet man zwey gleiche Säulen *A* zu gleicher Zeit, jede an einer besondern Voltaischen Batterie, und verbindet gleich nach der gleichzeitigen Trennung jeder aus dem Kreise ihrer Batterie den — = Pol der einen mit dem + = Pol der andern, so werden sie am Verbindungspuncte o, das + der

einen, wie das — der andern, steigt aufs Doppelte, und sie bilden überhaupt nur Eine noch einmal so grofse Säule *A*, als jede der vorigen. Bey der Verbindung beyder Pole geben sie nachher nach Umständen, entweder sehr nahe die doppelte Wirkung, oder etwas weniger, oder sehr viel weniger, als diese, immer aber mehr, als die einfache. (Die Gründe von letzterm mufs ich der Weitläuftigkeit wegen hier umgehen.)

13. Wenn man bey einer Säule *A*, nach der La-
185] dung von der Batterie aus, schnell den += oder —= Pol derselben mit dem —= oder += Pol dieser verbindet, und nun durch eine Gasröhre oder mit den Händen das Ganze schliefst, so hat man sogleich weit stärkere Gasentbindung oder Schlag u. s. w., als unter übrigens ganz gleichen Umständen von derselben Voltaischen Batterie allein. Nach und nach aber werden beyde wieder schwächer, und wenn sie genau eben so stark, als von Volta's Batterie für sich, sind, und man nun öffnet, so findet man die Säule *A* entladen. Hält man aber mit den Schliefsungen an, bis man zuletzt nur noch den Grad von Gasentbindung, oder von Schlag, oder von beydem zugleich hat, bey welchem bey einer ersten Ladung *A* geladen war, so ist sie jetzt von neuem geladen, aber in der umgekehrten Ordnung, d. i. so, dafs, wo vorhin + war, jetzt —, und wo vorhin —, jetzt + ist.

14. Wie eine Säule *A*, die an und für sich gar keine Spannung und davon abhängende Wirk-

samkeit hat, im Kreise der Batterie Spannung und Wirksamkeit erhält, die sie aus demselben mit herausnimmt, so wird nun auch *eine schon von sich selbst vorhandene Spannung einer kleinerne Batterie, die der einer grössern im Kreise dieser so ausgesetzt wird*, daſs + mit + und — mit — zusammenkommt, nach und nach erhöht, behält diese Erhöhung [186 beym Austritt ihrer Batterie aus dem Kreise der gröſsern, und die kleinere selbst wirkt nun einige Zeit in jeder Hinsicht weit stärker, als vorher. Diese Wirkung nimmt aber nach und nach mit der Spannung zugleich ab, und beyde bleiben zuletzt auf derselben Höhe stehen, auf welcher sie sich bey dieser kleinern Batterie vor allem Versuche befanden.

15. Hat man die Spannung und Wirksamkeit einer kleinern Batterie (z. B. von 30 Lagen, und des auffallendern Resultats wegen, mit Wasser) im Kreise der gröſsern (von 90 Lagen mit Kochsalzauflösung) auf die eben angezeigte Art erhöht, öffnet darauf den Kreis, verbindet schnell z. B. das —= Ende der kleinern mit dem += Ende dieser gröſsern oder einer andern gleich groſsen (von 90), und schlieſst darauf das Ganze mit Draht, Gasröhre oder mit den Händen, so empfängt man in den ersten Augenblicken darnach viel stärkere Funken, Gasentbindungen oder Schläge, als von den 90 + 30 Lagen, wenn sie alle homolog geordnet, und vorher mit den 30 nichts vorgenommen worden wäre. Erst nach und nach kommt dann die Wirkung wieder auf die ge-

wöhnliche von 90 + 30 Lagen zurück, eine oder
etliche Minuten später aber geht die kleinere Batterie
aus dem Kreise geschwächter, als sie ganz für sich
187] war, hervor, wie das Folgende sogleich lehren
wird.

16. So wie in 14. eine schon von selbst vorhandene electrische Spannung der kleinern Batterie durch eine **gleichnamige**, welche eine größsere Batterie in ihr erregt, erhöht wird, und damit auch alles übrige davon abhängende, eben so wird die gleiche von selbst vorhandene Spannung einer kleinen Batterie, durch eine **ungleichnamige** oder ihr entgegengesetzte, die eine gröſsere Batterie in jener erregt, vermindert oder auch aufgehoben, und erst einige Zeit nach dem Austritt aus dem Kreise der gröſsern ist jene wieder mit ihrer natürlichen Spannung zugegen.

17. Verbindet man die so eben durch eine ihrer Spannung entgegengesetzte Ladung dieser ihrer Spannung und aller davon abhängenden Wirksam eit beraubte kleinere Batterie sogleich nach der Herausnahme aus dem Kreise der gröſsern wieder so mit dieser, daſs z. B. ihr gewesener + = Pol wieder mit dem + = Pol der gröſsern in Verbindung kommt, und schlieſst darauf das Ganze schnell, so hat man im ersten Augenblick eine Wirkung, die sehr nahe eben so groſs ist, als die von der gröſsern Batterie, wenn sie durch keine kleinere ihr entgegengesetzte beschränkt wäre, ist; bald wird sie aber wieder
188] schwächer, und kommt allmälig nach kurzer

Zeit wieder auf eine Action = (90 — $x$) — (30 + $x$) zurück, und bleibt dabey, wie oben in 14. Oeffnet man jetzt den Kreis, so geht nun die kleinere Säule mit derselben ihre natürliche übersteigenden Spannung und Wirksamkeit aus ihm hervor, wie dort. —

18. Bis jetzt wurde alles, was eine Säule *A*, ihr Aequivalent, oder auch irgend eine kleine Voltaische Batterie selbst, von einer solchen, oder grössern, erlitt, auf Ladung reducirt, und um die Richtigkeit dieses Puncts kann weiter die Frage nicht mehr seyn. Interessant aber ist es, dem Procefs dieses Ladens selbst zuzusehen, ob ich gleich, da ich ohnehin schon zu weitläuftig werden müssen, nur bey dem Fall mit einer ganz gewöhnlichen Säule *A* verweilen kann. — Im Augenblick, wo *A* mit der Batterie verbunden wird, fällt die Spannung letzterer bis auf einen Grad, der um so niedriger ist, je gröfser die Leitung der Säule *A* selbst ist. Die Spannung fängt nachmals aber wieder an zu steigen, und bleibt endlich bey einem Grade stehen, der um so mehr vom niedrigsten verschieden ist, je gröfser die Spannung ist, mit der *A* selbst aus der Verbindung hervorgeht. Dieser aber ist gleich dem Unterschiede zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Spannungsgrade, dem *A* überhaupt im Kreise der Batterie ausgesetzt seyn kann. Ist eine Gasröhre im Verbindungskreise, so ist im [189] Augenblick der Schliefsung desselben die Gasentbindung, bey Säulen wo sie überhaupt Statt hat, (vergl. 9, oben,) stärker, als irgend in einem folgenden Au-

genblick; von hier an nimmt sie zusehends ab, und bleibt endlich bey einem Grade stehen, von dem sie nicht weiter abgeht. Ist dies, so ist *A* geladen, und der genannte Grad selbst verhält sich, wie die Leitung, die *A* nach der Ladung noch fortgewährt, so daſs sie ganz wegfällt, wenn die Säule, nach der Ladung von der Batterie aus, die chemische Wirkung entweder nur äuſserst schwach, oder auch wohl gar nicht mehr leitet, welcher Art Säulen es wirklich giebt, wie z. B. No. VIII. in 8. oben eine dergleichen ist. Ist man selbst in dem Verbindungskreise, so hat man im Augenblick der Schlieſsung gleichfalls einen Schlag, der stärker ist, als irgend in einem folgenden Augenblicke. Wie sich *A* immer mehr und mehr ladet, wird auch er immer schwächer, so daſs er selbst bey den Säulen, die nach vollbrachter Ladung dennoch reichliche Gasentbindung unterhalten, wie z. B. No. IV. und ferner in 8. oben, zu der gleichen Zeit gänzlich wegfällt. Man weiſs indeſs schon aus dem allerersten Beyspiel einer Säule *A* überhaupt, daſs sie, wenn sie auch nur kurze Zeit für sich steht, sich wieder mehr oder weniger innen entladet. Verzieht man daher zwischen der Trennung des Kreises, bey geladener Säule, und der
190] neuen Schlieſsung, nur wenige Secunden, so hat man auch sogleich wieder Schlag, oder auch, wo die Umstände es erlauben, Gas, nur daſs beydes bald wieder auf sein Minimum, oder auf Nichts, herabkommt.

19. Betrachtungen dieser Art sind darum interessant, weil sie zuletzt unvermerkt auf den wah-

ren Mechanismus der Leitung, ja, beynahe kann man sagen, aller electrischen Leitung und Ladung, führen. Verliert nämlich eine geladene Säule *A* aufser dem Kreise der Batterie ihre Ladung nach und nach durch Entladung nach innen wieder, so wird sie diese nämliche Ladung, die sie in einem gegebenen Augenblicke hatte, auch im Kreise der Batterie wieder verlieren müssen, nur dafs ihr hier jeder Verlust sogleich wieder ersetzt, und er daher nicht sichtbar wird. Dies Ersetzen des Verlustes durch Entladung nach innen, (und zwar durch eine Entladung, welche sogleich vom ersten Augenblicke des Eintritts *A*'s in den Kreis der Batterie an, d. i. sobald nur *A* irgend ein Merkliches von Ladung bereits angenommen, beginnt,) aber ist es, was die Phänomene giebt, unter deren Gegenwart wir sagen: die Säule leitet. Von einzelnen Metalldrähten gilt ganz das nämliche, und warum, — da Metalle ja nichts als einzelne Glieder einer Reihe sind, in die alle Körper gehören, und in der sie durch nichts, als den Grad der Leitung, den sie gewähren, unterschieden sind, so dafs [191 selbst das Glas kein absoluter Isolator genannt werden kann, sondern blofs als ein sehr schlechter Leiter betrachtet werden mufs, — warum, sage ich, gilt das nämliche nicht von allen Körpern? — Wenn ich auch immerhin hier nur zunächst von den Körpern erster Klasse sprechen kann, da in der Leitungsart derer der zweyten Geheimnisse verborgen zu liegen scheinen, die ich mir, besonders nach so Vielem, was ich neuerer Zeit sah, bey weitem noch nicht zu enträthseln anmafsen mag. Ich bleibe also bey jenen, erkläre aber, und im Grun-

de auf keine andern, als die in diesem Aufſatz angeführten Versuche geſtützt, mit einer Gewiſsheit, die die Strenge des Beweiſes, die man am ſreyeren Orte zu ſeiner Zeit ſehen ſoll, nicht übertrifft: daſs jeder wirklichen Leitung derſelben eine Ladung vorangeht, daſs jene Leitung durchaus nichts iſt, als ein fortdauerndes Geladenwerden des leitenden Körpers von auſsen, verbunden mit einem gleichzeitigen und anhaltenden Entladenwerden desſelben nach innen, was dem erſtern das Gleichgewicht hält, ſo daſs der Körper, in ſo fern er leitet, in keinem Augenblicke geladen erſcheinen, d. i. geladen zurückbleiben kann, und — daſs er erſt dann geladen erſcheint, d. i. geladen zurückbleibt, und in 192] dem Grade, wenn, und in welchem er ſtärker geladen wird, als er ſich nach innen entladet. Nur dieſer Ueberſchuſs iſt es, was wir bisher Ladung nannten, während ſich die wahre Ladung weit tiefer erſtreckt, als wir bisher dachten; obgleich ſchon eine nur etwas genaue Verfolgung der Phänomene der bloſsen Leidner Flaſche uns längſt darauf hätte führen können. — Man ſieht ein Reſultat, was, wenn es auch der einzige Ertrag der ganzen vorigen Arbeit geweſen wäre, ſie dennoch reichlich gelohnt hätte. Es von allen Seiten bewieſen zu ſehen, iſt im Vorigen der Grund gelegt, es anzuwenden aber, die Möglichkeit unendlich.

20. Wir kehren zurück zu dem, was bisher Ladung hieſs, d. i. zur relativen, und thun nun-

mehr die Frage, was sich in der Säule *A* ladet, welchem Theil ihres Bestands sie die Erscheinungen verdankt, die sie uns gab? — Wenigstens allernächst nichts anderem, als dem Metall in ihr, dem Leiter erster Klasse. Der Beweis ist leicht. Man darf sich blofs zurückerinnern, dafs schon in den ersten Versuchen mit einzelnen Drähten der Leiter zweyter Klasse häufig wechselte, so dafs er im nachfolgenden Entladungsversuch oft ein ganz anderer war, als der bey der Ladung zugegen gewesene. So kann man auch bey solchen ganzen Säulen *A*, [193 die, sich selbst überlassen, noch nach 5 — 6 Minuten Ladung zeigen, nur sogleich nach der Trennung aus der Batterie sie selbst schnell und so umbauen, dafs nun ganz neue, noch bey keiner Ladung zugegen gewesene Pappen an die Stelle der vorigen kommen, und diese so umgebaute Säule *A* zeigt, wenn auch nicht mehr als 5 — 6 Minuten darüber verflossen, immer noch einen jenem ziemlich nahe kommenden Rest von Ladung. Mit den aus *A* genommenen Pappen und neuen noch bey keiner Ladung gewesenen Kupferplatten aber zeigt sich nach Vollendung des Baues nichts. Also: Metalle laden sich. Die besten Leiter der Electricität, welche man je gekannt, sie laden sich. Und alles, was wir im Vorigen sahen, kam daher. Ueberall wurde Metall geladen, überall Metall entladen. Leiter thun hier, was man sonst nur Isolatoren zumuthete, und in wieviel tausendmal höherem Grad thun sie es! In der That, wo ist die electrische Batterie, die selbst bey der ausgedachtesten Entladungsart, nach der Ladung durch eine galvanische von auch

nicht mehr als 90 — 100 Lagen, nur eine Spur von Gas gäbe, während in No. VI. in 8. oben, einer einfachen Schichtung von 16 schmalen dünnen Kupferplättchen mit weniger Pappe, ein starker Strom mehrere Minuten anhielt? Wie unendlich viele Male mufs also die Capacität der Metalle die des Glases übertreffen? —

194] 21. Aber ist dies alles so ganz aufser der Ordnung? Steht dies Phänomen in der Geschichte der Wissenschaft so ganz verlassen da? — Keineswegs! Im Gegentheil, der schönsten Ordnung schliefst es sich an. In 19. hat man deutlich genug gesehen, wie alle und jede Körper, so wahr sie nur Grade von Isolation oder Leitung ausdrükken, wo keine je zur absoluten wird, sowohl leiten, als sich laden können; und nachdem man weifs, was Leitung eigentlich ist, und dafs selbst die beste einem Ueberschufs des einen Factors bey selbiger, der absoluten Ladung, damit einer relativen d. i. zur Erscheinung kommenden, ausgesetzt seyn kann, ferner gesehen hat, wie die Capacität des Körpers um so gröfser wird, je mehr er, wie wir sagen, leitet, wie er also in eben dem Grade nicht sowohl blofs mehr Electricität erfordert, um seiner Leitungsfähigkeit genug zu thun, als auch weit mehr, und immer schneller ihm dargebotene, um sie zu übersteigen, — nachdem man dies alles weifs, sage ich, ist es nun höchst begreiflich, wie die jetzt seit einiger Zeit in Bezug auf andere mögliche Electricitätsproductionen anerkannt äufserste Langsamkeit selbst der besten Maschine nur so eben hinreicht, um diesen letzten Punct bey Glas und den wenigen ihm an

Schlechtigkeit der Leitung oder Höhe der Isolation nahe kommenden Körpern zu erreichen, bey sehr viel bessern Leitern aber, wie z. B. den Metallen ...., ganz hinter demselben zurückbleiben [195 mufs, und wie nur die so viele tausendmal raschere Production der Voltaischen Batterie es möglich machen konnte, ihn auch hier und so weit zu erreichen; so wie es im Gegentheil selbst für das Glas wieder einen Spannungsgrad und einen Grad der Langsamkeit der Herbeyförderung desselben geben mufs, bey dem es blofs leitet, ohne sich zu laden, genau wie dies bey Metallen, eben wegen ihrer weit gröfsern Leitungsfähigkeit selbst noch bey nur langsam genug, in Bezug auf Electrisirmaschinen immer aber noch äufserst schnell, producirenden Voltaischen Batterieen, noch immer der Fall wirklich ist.

22. Interessanter wird dieses alles, wenn man endlich in Einer Uebersicht die Art, wie, seitdem man sich mit Electricität beschäftigte, Electricität erregt und aufgenommen wurde, zusammenstellt. Sehr füglich zerfällt diese Geschichte in zwey Perioden, und das Schema wird folgendes:

| | |
|---|---|
| Erste Zeit. Zeit der Isolatoren. | Erzeugung der Electricität durch Isolatoren. (Das erste geriebene Stück Bernstein bis herauf zu den Electrisirmaschinen aller Art.) |
| | Aufnahme oder Ladung der an Isolatoren erzeugten Electricität durch Isolatoren. (Leidner Flasche, u. s. w.) |

196]

Zweyte Zeit.
Zeit der Leiter.

- Erzeugung der Electricität durch Leiter. (Volta's Batterie.)
- Aufnahme oder Ladung der an Leitern erzeugten Electricität durch Leiter. (Meine Säule.)

Wer von uns möchte hier wohl nicht gern einen Augenblick bey der Betrachtung verweilen, wie der durchgängig in Beschleunigung begriffene Gang der neuern Zeit, wo alles Leben sich freyer und rascher bewegt, auch die Natur genöthigt hat, sich in höherer Thätigkeit zu zeigen? — Ein Verhältniſs, was für die Zukunft uns das Aeuſserste verspricht. —

23. Man hat in meiner Säule *A* einen electrischen Ladungsapparat gesehen, der in Hinsicht der Menge von Electricität, die er in einer gegebenen Zeit aufnimmt, die gröſste bekannte electrische Batterie eben so weit übertrifft, als Volta's galvanische es in Hinsicht der Menge von Electricität, die sie in einer gegebenen Zeit hergiebt, mit der gröſsten bekannten Electrisirmaschine thut. Es ist indeſs die Frage übrig, ob jene Säule, da sie einmal Ladungsapparat, und von ungemeiner Capacität ist, nicht bis dahin zu bringen sey, wo sie der Voltaischen Batterie völlig in dem Verhältniſs gegenüber steht und dieselben Dienste leistet, wie die Leidner Flasche und ihre Erweiterung (die electri-
197] sche Batterie) der Electrisirmaschine, so daſs sie also für Volta's Batterie zugleich zu einem wahren Verstärkungsapparat würde? — Und

diese Frage ist es, deren Beantwortung durch eine gänzlich ungeahnete Entdeckung auf eine Art eingeleitet ist, die alle Erwartung übertrifft. Man weifs nämlich, dafs bey Voltaischen Batterieen die *Vergröfserung der Lagen in die Breite* nur die Funken und davon abhängenden Verbrennungsphänomene vergröfsert, indefs die chemischen und physiologischen Wirkungen nicht allein gar nicht vergröfsert werden, sondern im Gegentheil sogar endlich eine beträchtliche Schwächung erleiden. Wer hätte dasselbe nicht auch für die Säule *A* erwartet? — Und dennoch hat hier ganz das Gegentheil Statt. *Alles wächst nämlich bey der Vergröfserung der Platten*, die chemischen und physiologischen Wirkungen wie die Funken, und in einem äufserst glänzenden Verhältnisse. Ich hebe aus mehreren Versuchen hierüber nur zwey aus, welche hinreichen werden, eine Idee davon zu geben.

Man schichte eine Säule aus Kupfer und kochsalznasser Pappe von 60 Abwechselungen. Platten und Pappen seyen *nur so breit*, wie oben in dem als erstes Beyspiel einer Säule *A* angegebenen Versuch, und die Pappen ungefähr 1 Linie stark. — Nach der Ladung dieser Säule an einer Batte- [198
rie aus 90 — 100 Lagen Kupfer, Zink und Salmiakauflösung hat man sogleich nach der Trennung bey der Entladung durch Eisendraht einen *Funken* von nur ungefähr *3 Linien Durchmesser*, und nur *3 — 4 Sec. lang* erhält man welche. Statt dessen *Goldblatt* in continuirlicher Verbrennung unterhalten, brennt dieses höchstens *20 Sec.* Die

Schläge werden etwa bey dem 50sten unmerklich.

Man schichte nun eine andere Säule aus Kupfer und kochsalznasser Pappe, wo aber Platten und Pappen, bey derselben Dicke wie vorhin, erstere 64 par. Quadratzoll, letztere 36 dergleichen groſs sind. Nach der Ladung dieser Säule an derselben Voltaischen Batterie wie vorhin, hat der Funke sogleich nach der Trennung schon wenigstens 10 bis 12 Linien im Durchmesser und noch nach $2\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten hat man welche. Das Verbrennen des Goldblatts, vom Anfang an sogleich weit brillanter, dauert ebenfalls 2 Minuten. Die im Anfang äuſserst heftige Gasentbindung hört erst nach 10 Minuten auf, und Schläge, von denen die ersten 300 gar nicht auszuhalten waren, die ich also durch eben so viele momentane Schlieſsungen mit einer Gasröhre, die genau ein Aequivalent meines Körpers aus-661] machte, nehmen muſste, gab diese Säule 1500, und noch waren die letzten, besonders, wenn man während des Ganzen zuweilen die (mit Salmiakauflösung genaſsten und wohlarmirten) Hände verwechselt hatte, bey weitem noch nicht ganz unmerklich. 23 Minuten waren unterdessen verflossen, und noch war die Säule nicht ganz entladen.

24. Man sieht, wie weit ich diese Säulen noch zu bringen Hoffnung habe, wenn man bedenkt, daſs sich 1) die Vergröſserung der Platten bis ins Unbedingte fortsetzen lasse; 2) daſs Kupfer ja noch

immer eines von den Metallen . . . . ist, was in der Säule *A* sehr schwache Dienste verrichtet, in Bezug auf die, die z. B. Reifsbley leisten kann; 3) dafs die Zahl der Schichtungen jener breiten Säule, wie ich aus vergleichenden Versuchen mit schmäleren Platten weifs, noch bey weitem nicht die ist, wo die Säule das Maximum von der Ladung mit chemischer Wirksamkeit, geschweige mit physiologischer, erreicht, und dafs sie dazu zum wenigsten 4 bis 6 mal gröfser seyn mufs; 4) welches ein ganz vorzüglicher Umstand, und bereits Resultat einiger oben vorgekommenen Versuche mit einzelnen Drähten ist: dafs der feuchte Leiter in *A* nur die Ladung begünstige, der Entladung aber so wenig nütze, dafs er sie vielmehr aufserordentlich retardire, dafs man also nach geschehener Ladung blofs auf irgend eine Weise den feuchten Leiter aus dem Apparat zu [200 entfernen, und alle geladnen Metallplatten in unmittelbare Contiguität zu setzen braucht, um die Entladungsgröfse des Ganzen um ein sehr Vielfaches zu erhöhen. So eben mit der practischen Berücksichtigung aller dieser Umstände beschäftiget, werde ich in Kurzem über den Erfolg davon genügende Auskunft ertheilen können.

25. Von einer ganz besondern Anwendung meiner Säule zur Entdeckung und nähern Bestimmung der allgemeinen Erd-Electricität, (ganz in dem Sinne, in welchem wir seit Längerem einen allgemeinen Erd-Magnetismus kennen,) und mit welchem Gegenstand ich zur Zeit sehr ernstlich und im Grofsen ebenfalls beschäftigt bin, werde ich gleich-

falls in Kurzem im Stande seyn, Mehreres mitzutheilen. —

— Ich breche jetzt ab, mit dem Wunsche, daſs gegenwärtige kurze Darstellung einer Reihe gänzlich neuer Phänomene sich dem Leser eben so fruchtbar erweisen möge, als mir selbst. Vollständig zu seyn, war hier der Ort nicht; ich habe Vieles übergehen müssen, was an Wichtigkeit dem Angegebenen nicht nachsteht. Doch denke ich, daſs Letzteres den Grund reichlich gelegt haben soll, damit die Vermuthung keinesweges als bloſses Gebilde einer flüchti-
201] gen Phantasie erscheine, daſs unseren bisherigen Ansichten von Volta's Batterie, ihren Phänomenen, von Electricität, ihrer Erregung, Leitung, Ladung, ihrer Wirkung auf todte, wie auf organische Körper, der durch sie bald so, bald anders modificirten Erregbarkeit letzterer, dieser selbst u. s. w. überhaupt, nichts Wenigeres, als eine gänzliche Reform bevorstehe. Sie herbeyzuführen, ist der Weg bereits gebahnt, und Vieles wird dabey zu Hülfe eilen. Was Thatsache war, wird ewig bleiben, ihre Ansicht aber der Wahrheit näher eilen, und mit jedem Schritte ein neuer unerwarteter Fund die Ueberzeugung bestätigen, daſs auch der Weg selbst ein wahrhaftiger sey. Aufforderung genug, ihn zu betreten! —

## IV.

Daſs Aldini (Mag. IV. 711, 712.) noch immer mit Versuchen Glück zu machen denkt, die zum Theile seines Onkels erstes Werk über Gal-

vanismus schon enthält, und Volta längst mit seinem Princip in Uebereinstimmung und Folge gesetzt hat, alle übrigen ohne Unterschied aber darein setzen könnte, verräth freylich nicht einmal den Grad von Einsicht in sie, den Volta selbst hat. Dafs er in Paris aber in der That mit dergleichen Glück gemacht habe, läfst sich, der fränkischen Galvanisten wegen, die Volta kaum verlassen hat, nicht glau- [202 ben. Interessant indefs ist es bey allem dem doch, der allgemeinen Tendenz, die in Aldini's, wie früher in Galvani's, von Humboldt's, u. a. Bemühungen, ihrer Vergeblichkeit, jene Tendenz zu realisiren, ungeachtet, dennoch so häufig durchblickt, genauer nachzuspüren, und bald kann man sich dabey der Frage nicht mehr erwehren: ob wirklich durch die späteren Untersuchungen, welche Volta begann, und ihn noch zum Meister haben, alle ersten Forderungen Galvani's so zurückgewiesen seyen, dafs ein wiederholtes Hervorführen ihrer mit nichts als einer völligen Unbekanntschaft mit den Resultaten jenes Forschers zu entschuldigen wäre? — Die Rechtfertigung dieser Frage liegt ganz in der Geschichte des Galvanismus. Es kann eine Physik nicht fern mehr seyn, die in ihren Untersuchungen es nur mit Organismen gegen Organismen zu thun hat, und in ihren Resultaten ein System sehen lassen wird, der Form nicht aber dem Wesen nach, (seinem + M, seinem + E u. s. w. nach,) ganz von dem der anorgischen Welt unterschieden. Die vielen Regungen der Idee einer solchen Physik, wie sie seit längerer Zeit, wo die Gelegenheit dazu sich nur finden mochte, Statt

gehabt haben, sind nicht zu verkennen, zu erkennen vielmehr, wie noch in der neuesten auch Galvani's Entdeckung das Gewand von ihr lieh, und
203] die Schwierigkeit dieser, dasselbe (als ein auch ihr noch immer nicht zukommendes) abzulegen, nur die Furcht jener ausdrücke, auch hier vergessen zu werden. Ich weiſs aus Proben, daſs die Versuche über die Wirkung organischer Körper auf andere, wie die einzelner Theile auf andere einzelne, (zuletzt doch wieder bloſs untergeordneter Ganzen,) soweit sich ihrer der Galvanismus unterzogen hat, noch hoher Cultur fähig sind, obgleich ich noch nirgends den Anfang dazu gemacht sehe. Ich will mich daher freuen, Gelegenheit zu bekommen, diesen Gegenstand bald zu meiner Beschäftigung nach Möglichkeit zu machen, und begleitet mich das Glück, so werde ich dann bald durch einige scharf bestimmte Fragmente die Idee des Ganzen selbst verständlicher andeuten können, als durch obige Frage, die zufrieden ist, wenn auch sie nur noch als neue dunkle Regung jener alten Idee betrachtet werden sollte.

## V.

Endlich erlaube ich mir noch einen Blick auf Einiges, was ich selbst früher in diesem Magazine niederschrieb, um so mehr, da er auch Andern eine Aussicht freyer darlegen wird, auf welche aufmerksam zu werden, gewiſs Niemand ganz gleichgültig ist.

Man erinnert sich aus Mag. IV, 584. 585., daſs die Voltaische Batterie, wenn man selbst mit beyden Ohren in ihren Kreis tritt, einen wirklichen

ziemlich vernehmbaren Ton hervorbringe, [204 und dafs dieser sehr nahe das eingestrichene g sey. Bey der Armirung nur eines Ohrs, und zwar mit dem + = Pol der Batterie, ist dieser Ton niedriger, bey ähnlicher Armirung aber mit dem — = Pol hingegen höher, als g, und beydes um so mehr, je stärker überhaupt die Action der Batterie selbst ist, während der mittlere Ton g, bey jeder Gröſse oder Stärke der Säule derselbe bleibt, und bloſs um so stärker und vernehmlicher wird, je stärker die Batterie selbst wirkt. Die Veränderlichkeit aber des Tons, nach der Verschiedenheit des Poles, beweist deutlich, dafs die Zahl der Schwingungen, in die das Gehörorgan hierbey in einer gegebenen Zeit versetzt wird, (für g gegen 768 in der Sekunde,) nicht von der Beschaffenheit (der Structur, Spannung, Rigidität....) dieses Organs selbst herrühre, sondern die Oscillationszahl der Action der Batterie selbst seyn müsse, an der alles, was in ihrem Kreise mitthätig zugegen ist, somit auch dieses Organ, Theil zu nehmen hat. Der Ton g hingegen, und sein Gleichbleiben der Art nach bey jedem Grade von Zusammenwirkung beyder Pole, d. i. bey jedem Grade von Restauration der electrischen Indifferenz oder Null, selbst, zeigt, dafs diese Indifferenz oder Null, auch im ungestörten Seyn und Bleiben dennoch in beständiger Oscillation sey, und die Zahl der [205 Schwingungen, welche erfordert werden, jenen Ton hervorzubringen und zu unterhalten, die Schnelligkeit dieser Oscillation selbst ausdrücke, (so

dafs es nur an der Schwäche dieser Oscillation liegt, dafs jener, indem die electrische Indifferenz, alles durchdringend, überall zugegen ist, nicht beständig von uns gehört werde, sondern einzig sich im allgemeinen Leben selbst, [dessen Phänomen dies ist,] verliert). Und dies wäre meines Wissens zugleich das erste Beyspiel, in welchem Oscillationen von solcher Kürze, in irgend einem Procefs der Natur, factisch dargethan werden. Es bleibt jedoch hierbey nicht.

Nächst dem Beweis des Daseyns jener Oscillation in galvanischen und damit nothwendig auch electrischen Processen jeder Art, ist derselbe zugleich mit für das Daseyn jener in chemischen Processen aller Art nachzuweisen, als deren keiner ohne Electricität vor sich geht, ja ohne sie möglich, und in tausend Fällen nichts als das vollkommenste Synonim jener selbst ist. Eben so für alle magnetischen Processe. Kein Magnetismus ist ohne Electricität, wie die vielfältigen chemischen Verhältnisse des Magnets (vergl. meine Beyträge, B. II. St. 1. S. 55. u. f.), die ohne Electricität nicht Statt haben würden, darthun können, die Coexistenz beyder aber und die Abhängigkeit der letztern von
206] ersterem zeigt klar genug, dafs jene Oscillation auch der magnetischen Indifferenz zukommen müsse.

Ferner aber ist electrische Indifferenz in nichts von dem verschieden, was eine gesunde Physik künftig unter Caloricum verstehen wird (vergl. Mag. IV, 65.), auch in ihm ist jene Oscillation. Die-

selbe Oscillation giebt, was wir Temperatur nennen. Mit der Zu- und Abnahme ihrer Stärke steigt und fällt diese, wie ebenfalls die Phänomene an Volta's Batterie . . . . zeigen, wo, je grösser der Indifferenziirungsact der beyden Electricitäten, und je stärker damit die Oscillation der entstehenden Indifferenz selbst ist, auch die Temperaturserhöhung des Mediums, in dem es geschieht, um so grösser ist, so dafs Metalle, erst warm, dann heifs, dann glühend werden, dann schmelzen, ja zuletzt sich gar in Dampf auflösen.

So lange nun die Oscillation, bey gleicher Schnelligkeit, blofs in der Stärke wechselt, bleibt es auch beym blofsem Wechsel der Temperatur; wo aber aus irgend einer Ursache ungleiche Oscillation, (der Geschwindigkeit nach), (wovon die eine schneller, die andere langsamer, als die der ungestörten electrischen Indifferenz [= Caloricum] selbst zukommende, ist), gesetzt werden, (— wie z. B. beym Reiben heterogener Körper, wobey die Theilchen dieser in Schwingungen verschiedener Schnelligkeit [207 versetzt werden; oder wie beym Reiben homogener, sobald man es so einrichtet, dafs die Theilchen des einen Körpers dabey langsamer oder schneller schwingen müssen, wie die des andern, welches man durch ungleiche Dimensionen beyder Körper, oder auch, was auf dasselbe hinausläuft, dadurch, erlangt, dafs man die Oberfläche des einen rauh macht, indefs die des andern glatt bleibt; oder auch wie bey der blofsen Berührung heterogener Leiter, die, was sie dabey unter sich auszumachen haben, auf keine

Weise in einer reinen Succession thun, sondern, worauf man bisher noch fast gar nicht aufmerksam gewesen, nur durch eine Reihe von Anfangs sehr heftigen Oscillationen ihrer dynamischen Verhältnisse endlich im Product zur Ruhe gelangen können, bey welchen Oscillationen jeder Körper zu Anfang des Processes mit einer verschiedenen zugegen ist; — u. s. w. —), wo, sage ich, (auf Veranlassung irgend eines der angegebenen Fälle,) eine solche ungleiche Zeit der Oscillation gesetzt wird, da ist auch alsobald Electricität, d. i., verschiedene, oder + neben —, da, und diese verschiedenen Oscillationen bleiben sodann das Eigenthum dieser verschiedenen Electricität.

Zugleich ist mit dieser Verschiedenheit in der Schnelligkeit der Oscillation auch die Stärke der-
208] selben verschieden gesetzt. Die Töne, die man im Kreise der Voltaischen Batterie erhält, geben hier ebenfalls das nähere. Der Ton, der höher ist, als $\bar{g}$, ist zugleich stärker, der, welcher niedriger als $\bar{g}$, zugleich schwächer. Woraus folgt, daſs selbst in den verschiedenen Electricitäten noch Temperatur vorkomme, in der einen eine höhere, in der andern eine niedere; eine Folgerung, die auch der unmittelbare Versuch bereits beweist. Man schlieſse eine frische, (wegen der stärkern Action) mit Salmiakauflösung gebaute Batterie, statt der Ohren, mit einem kochsalz- oder salmiaknassen Finger von jeder Hand, und selbst dem minder Empfindlichen wird es nicht fehlen, am + Pol der Batterie eine Kälte, die oft bis ins Peinliche,

und am — - Pol eine Hitze, die ebenfalls oft bis ins Unausstehliche geht, zu fühlen. Ersteres ist aber gerade der Pol der Batterie, an dem man den tiefern und zugleich schwächern, letzteres der, an dem man den höhern und zugleich stärkern Ton hat.

Gehen die verschiedenen Electricitäten in Indifferenz zurück, so gleichen sich nicht allein die verschiedenen Schnelligkeiten der Oscillationen zu Einer mittleren aus, sondern auch die verschiedenen Stärken derselben thun es, nur dafs es hier nicht bey der mittleren bleiben kann, sondern diese selbst wieder durch die Heftigkeit des Processes nach Umstän- [209
den zu einer Höhe gesteigert wird, die meist die beträchtlichste vorher da gewesene äufserst übertrifft. Daher die Hitze, die selbst Metalle zu verdampfen vermag. Das Ausgleichen der verschiedenen Schnelligkeiten der Oscillation zu Einer mittleren aber, als solches, giebt, (bey gehöriger Beschränkung auf einen kleinen Raum, und folglich gehöriger Concentration,) in Medien, wo man zusehen kann, d. i. in durchsichtigen, wie bey der Erscheinung des electrischen Funkens in Luft, oder bey dem Verbrennen gasartiger oder vorher zu Dampf oder Gas aufgelöster Combustibilien, (denn nur unter dieser Bedingung oxydiren sie sich mit Flamme, welche selbst nichts als ein mehr oder weniger grofser und diluirter, eine Zeitlang immer wieder von neuem erscheinender, electrischer Funken ist,) das Phänomen des Lichts, in welchem also, wie in der Wärme . . . . . , ebenfalls Oscillation vorkommt, und welches in der verschiedenen Schnelligkeit dieser in Farben

aus einander tritt, welche letztere der galvanische wie der electrische Funken (vergl. Gilbert's Ann. XIII, 26. u. f.), und die subjectiven Farbenerscheinungen im Auge während dem Seyn im Kreise der Batterie, so schön zeigen.

Derselbe Pol der Batterie, der im Ohre stärkern und zugleich höhern Ton, und in der 210] Hand die höhere Wärme giebt, derselbe giebt im Auge rothe Farbe; derselbe Pol jener, der im Ohre den tiefern und zugleich schwächern Ton, und in der Hand die niedere Wärme, d. i. Kälte giebt, derselbe giebt im Auge blaue Farbe. Aber auch die Erscheinung der rothen Farbe im äufserlich gesehenen galvanischen oder electrischen Funken hängt von der negativen, und die blaue Farbe von der positiven Electricität ab, (s. m. Versuche darüber in Gilbert's Ann. XIII, 27—30.); so wie ich ferner bereits im Mag. IV, 592. 593. bemerkt habe, dafs (auf trockenem Wege) vorzugsweise am negativen Pol der Batterie geschmolzen am positiven hingegen blofs verbrannt werde, (als welchem Verbrennen etwas ganz anderes, man möchte sagen, Entgegengesetztes, als Erwärmung, zum Grunde liegt, und die Wärme erst eine Folge der Verbrennung, gleichsam die Wiederersetzung des vorher entzogenen, ist;) so wie es wiederum bekannt ist, wie auch im Newton'schen Spectrum des Sonnenlichts selber, nach Herschel's, jetzt durch Englefield aufs hinlänglichste bestätigter Entdeckung, das Maximum der Erwär-

mung auf die Seite des Roths, das Minimum derselben, (was in Bezug auf das indifferente weifse Licht geradezu Kälte ist,) hingegen auf die Seite des Blau oder Violett fällt; — welche Ue- [211 bereinstimmungen so weit gehen, dafs selbst die chemischen Wirkungen, beym Farbenspectrum (s. m. Versuche darüber in Gilbert's Ann. XII, 409. u. f.), wie bey den (vorerst nur in Hinsicht der Farben, die ihre Electricitäten geben können, jenem vergleichbaren) Polen der Batterie, bey beyden, so vertheilt sind, dafs die nämliche Wirkung auch mit der nämlichen Farbe zusammenfällt, indem der negative oder rothe Pol der Batterie dem Wasser das Gaseitätsprincip für das Hydrogen (vergl. Mag. IV, 656.) zuführt, indefs der rothe Pol des Lichts durch das nämliche Gaseitätsprincip das entgegengesetzte des Oxygengases (z. B. der atmosphärischen Luft) aufhebt, so dafs das freygelassene Oxygen nun mit dem oxydirbaren Körper zu Oxyd zusammengehen und das Phänomen der Oxydation geben kann, — und wieder, der positive oder blaue Pol der Batterie dem Wasser das Gaseitätsprincip für das Oxygen zuführt, indefs der blaue Pol des Lichts dem Oxygen in dem Silberoxyd, der übersauren Salzsäure, u. s. w. das nämliche Princip zuführt, es so zu Gas macht, die Basis jetzt frey zurückläfst, und damit das Phänomen der Reduction giebt. — Ein System von Thatsachen, das, wenn es auf der einen Seite die electrische Natur selbst des Sonnenlichts auf eine [212

unwidersprechliche Weise festsetzt, und sie zu einem ganz neuen Gegenstande künftiger äufserst viel versprechender Untersuchungen macht, auf der andern Seite die Oscillation in allem Licht, die veränderte, gleichsam polarisirte Schnelligkeit derselben in den Farben, u. s. w. eben so fest begründet, und Ahnungen thätig in Erfüllung bringt, die bisher blofs durch ihr Alter ehrwürdig waren.

Ich habe in diesen Zeilen einen Begriff von einer durch den Versuch erwiesenen Oscillation, deren Gesetz, und beyder Verbreitung durch eine Menge von Phänomenen in der Natur, zu geben versucht. Ich bin jedoch bey weitem noch nicht so vollständig gewesen, als ich es bey mehr Raum und Zeit wohl seyn könnte. So kann man aus einer Aeufserung im Mag. IV, 585. Z. 20. u. f. ersehen, dafs ich jene Oscillation damals bereits auch im Leben erkannt, und ihren Werth in selbigem mir festgesetzt hatte. In der That habe ich eine Menge physiologischer Beobachtungen dafür liegen, von deren Ausarbeitung für die Mittheilung, nächst ihrer eignen Mangelhaftigkeit von mehrern Seiten, mich nur die sich täglich zu neuer Untersuchung darbietenden Gegenstände abhalten. Im entgegengesetzten Falle würde ich schon heute sehr gern, nicht allein diese, (wenigstens ihren Resultaten nach,) sondern u. a. 213] auch, was noch nie gelingen wollte, eine Theorie des Glühens, überall mit Thatsachen belegt, die meist schon längst da waren, mittheilen, alles zusammen nachmals nach der tiefen Winterl'schen Gleichung:

Caloricum = Schwere (s. Mag. IV, 658.) ferner durchführen, u. s. w.: welches alles ich jetzt unterlassen mufs, jedoch denke, es wenigstens bey Gelegenheit der im Mag. IV, 659. versprochenen Darstellung der Ideen Winterl's, die ich nächsten Winter zu geben hoffe, kurz, doch genügend, vorzulegen.

Ueberhaupt scheint es mir, (und wer wird nach dem Vorgetragenen nicht mit einstimmen?) dafs die Zeit, in welcher man Oscillation überall suchte, und überall zu finden glaubte, sich einst wieder erneuern, und, nach Verbannung des Atomistischen aus ihr, in einem sehr glänzenden Gewand auftreten müsse; und die einzelnen Regungen, die hie und da schon Statt haben, lassen ahnen, dafs sie nicht mehr fern sey. Eine lange Zeit hindurch hat sich die Physik blofs mit der Organisirung des Raums beschäftiget, schon aber merkt man, dafs, ohne Geschichte, das Ganze nur auf eine kalte Versteinerung hinauslaufen möchte. Ein neues Feld wird offen, die Zeit. Auch sie ist organisirt, und aus der innigsten Verschmelzung beyder Organismen, des der Zeit und des Raums, erst, geht der höchste wahre alles Lebens und Seyns hervor. Ueber- [214 all ist Veränderung, nirgends bleibende Stätte. Alles hat seine Zeit, und diese selbst besteht in keiner ruhigen Succession, die es überhaupt nirgends giebt. Sie selbst, als einzelne Periode, ist wieder nur eine Reihe von anderen, deren jede kleiner, als die grössere, ist; und eben so verliert sie sich auch auf der andern Seite wieder als kleinere mit mehreren ähn-

lichen in einer noch gröfseren, und so auf beyden
Seiten fort. Eine Betrachtung, die man kaum an ein
interessanteres Phänomen anknüpfen kann, als an
das des Magnetismus. Durch ihre Variation wird
die Magnetnadel der Zeiger einer Uhr, deren Ziffer-
blatt einem Buche gleicht, in welches die Erde ihre
geheimste Geschichte mit einer Pünktlichkeit einträgt,
die blofs einen Leser von Aufmerksamkeit erfordert,
damit wir jeden Tag, ja jeden Augenblick wissen,
in welcher Zeit wir leben. Der Stand dieses Zei-
gers hängt aufs genaueste mit dem der Erde gegen
die Sonne zusammen, die Schiefe der Ekliptik cor-
respondirt, (wie ich fand, ehe man in neueren Zei-
ten darnach fragte,) in den gröfseren Perioden ih-
rer Veränderung aufs innigste mit denen der magne-
tischen Variation, und abgesehen davon, dafs die
kleineren magnetischen Perioden (die tägliche u. s.
w.) den Astronomen veranlassen können, auf glei-
che kürzere der Schiefe der Ekliptik zu achten, steht
wieder der allgemeine chemische, electrische, Wär-
215] me- und Licht-Procefs auf Erden mit jenem
in gleichem Zusammenhange, so dafs auch die Vol-
taische Säule, an der so Vieles durchbricht, mit
denselben gleiche Zeiten zu halten nicht unterläfst,
wovon die, von der oben die Rede war, nur Eine
der kleinern ist, verschiedene gröfsere aber sich be-
reits mit der nämlichen Bestimmtheit darstellen las-
sen. Ja selbst der Mensch, als besonderer Organis-
mus κατ' εξοχην, kann hier die Normalzeitmaafse sei-
nes Geschlechts, wie seines Individuums, erfahren,
und, nach der Erblickung aller niederen Perioden,
die in sein Leben fallen, nach einfachen aber hoch

am Himmel beschlossenen Gesetzen, zuletzt im 365sten Theil, des Groſsen oder Platonischen Jahrs, die mittlere Gränze dieses ephemerischen Lebens selbst, wieder finden. — Gegenstände, welche bloſse Neugier vielleicht früher, ächte Gründlichkeit aber allein erst mit Glück, doch dann mit sehr groſsem, ihrer Aufmerksamkeit würdigen wird. —

# XXVII.

## Schreiben an L. W. Gilbert vom 22. August, 1803.; — in dessen Annalen der Physik. B. XV. S. 106—110.

### Inhalt.

Ankündigung neuer Versuche über die electrische Ladungsfähigkeit der Leiter durch Volta's Säule — Der Entdekkung eines allgemeinen Erd-Electricismus — Zeising's Witterungsbeobachtungen um die Zeit der allgemeinen Feuerkugelnerseheinung am 12. November 1799.

Mit nächstem erhalten Sie endlich, außer der Fortsetzung der Gothaer Versuche und andern Dingen, eine lange Reihe von Versuchen über die electrische Ladungsfähigkeit der Leiter, besonders derer der ersten Klasse, im Kreise der Voltaischen Säule, und zwar vom geladenen einzelnen Individuum, (Metall, Thier,

Mensch, u. s. w.,) herauf, bis zu Verbindungen von Hunderten, ja von Tausend derselben, nach den verschiedensten Rücksichten, und bis zur Construction von Apparaten, die für die Voltaische Säule das nämliche sind, was die Leidener Flasche der Electrisirmaschine zu ihrer Zeit war; eine Untersuchung, die fast mit jedem Schritte neue ungeahnete Wahrheiten sehen läfst, und noch ganz in der letzten Zeit auf eine Entdeckung führte, welcher nicht zu viel geschieht, wenn man sie mit der ehemaligen des Erd-Magnetismus in gleichen Rang setzt. Sie betrifft nämlich eine eben so allgemeine Erd-*Electricität*, oder *electrische* Polarität der Erde, die aber, weit entfernt, mit der ältern magnetischen zusammen zu fallen, vielmehr in der Lage und [107 Richtung ihrer Achse, ihres Aequators, u. s. f. eine von dieser ganz verschiedene Ordnung befolgt, alle Körper zu sich in dem nämlichen Verhältnisse zeigt, wie der Magnetismus das Eisen, und zunächst der Lehre von der atmosphärischen Electricität eine Grundlage verspricht, die zu einer Zeit, wo die höheren Vorgänge der Atmosphäre unsere Aufmerksamkeit von neuem auf sich ziehen, sicher uns allen äufserst erwünscht kommen mufs.

Für heute, da ich noch mit letztern Versuchen im Grofsen beschäftigt bin, so dafs sie, wo möglich, die leichte Sache eines Jeden werden, erlauben Sie mir, der Darstellung des Ganzen durch Aushebung einzelner Facten nicht vorzugreifen, um so mehr, da ich jene Ihnen sehr bald selbst zur eignen Einsicht vorzulegen denke.

Gelegentlich füge ich, auf Ihre Einladung, für jetzt blofs noch eine Beobachtung bey, über das am 12. November 1799 fast zu gleicher Zeit von dem Herrn von Humboldt zu Cumana, (s. Annalen, B. VI. S. 191.,) den Missionarien auf Labrador und Grönland, (das. B. XII. S. 217.,) Herrn von Hardenberg in Weifsenfels, (das. B. XIII. S. 255.) und Herrn Böckmann zu Carlsruhe, (das. B. XIV. S. 116.) *), beobachtete merkwürdige meteorologische Phänomen; welche Beobachtung Sie um so mehr interessiren wird, da sie bis jetzt das Ausführlichste ist, was in Deutschland von jenem Phänomene ist bemerkt worden. Ich entlehne sie 108] aus dem Nachlasse eines äufserst fleifsigen und genauen Wetterbeobachters, des am 5. Jun. d. J. verstorbenen Pastors J. G. Ch. Zeissing zu Ifserstädt, (einem auf der Höhe gelegenen Dorfe unweit Weimar,) von dessen, wenigstens seit 1776, bis den Abend vor seinem Tode, mit guten Instrumenten und gleicher Genauigkeit ununterbrochen geführten Journalen, bereits die bis 1788 zurück in meinen Händen sind.

---

*) Anmerkung. Desgleichen von Herrn von Arnim zu Halle, (s. Annalen, B. III. S. 87. Anm.,) und dem sel. Kammerrath Succow zu Jena, (das. B. XV. S. 206.). — Ich nehme diese Citate wider die Ordnung aus der Abhandlung No. XXVIII. herauf, damit man die Beobachter jenes 12. Novembers, so weit sie mir bekannt geworden, gleich alle beysammen habe. *R.*

Ich fand sogleich darin:

## November 1799.

### Barometer.

| | Vormittag. | | Nachm. | Abend. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6 Uhr. | 8 Uhr. | 2 Uhr. | 6 Uhr. | 10 Uhr. |
| 11te | 27. 1. + | 27. $\frac{1}{2}$. | 26. 10. | 26. $9\frac{1}{4}$. + | 26. $9\frac{3}{4}$. |
| 12te | 26. $11\frac{1}{2}$. + | 26. $11\frac{3}{4}$. + | 27. | 26. $11\frac{1}{2}$. + | 26. $11\frac{1}{2}$. + |
| 13te | 27. — | 27. $\frac{1}{2}$. + | 27. $1\frac{1}{4}$. + | 27. $1\frac{3}{4}$. + | 27. $1\frac{3}{4}$. + |

### Thermometer.

| | Vormittag. | | Nachm. | Abend. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6 Uhr. | 8 Uhr. | 2 Uhr. | 6 Uhr. | 10 Uhr. |
| 11te | $\frac{5}{8}$ | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{9}{16}$ | $1\frac{1}{8}$ | $1\frac{7}{8}$ |
| 12te | — $\frac{1}{4}$ | $\frac{5}{16}$ | $3\frac{9}{16}$ | $5\frac{1}{8}$ | $5\frac{9}{16}$ |
| 13te | $6\frac{5}{8}$ | $5\frac{31}{16}$ | $6\frac{13}{16}$ | $2\frac{1}{2}$ | $2\frac{5}{8}$ |

### Wind.

| | Nachts und früh. | Vormittag. | Nachmittag. | Abend. |
|---|---|---|---|---|
| 11te | SW. Windig. | SW. Sausender Wind. Stürmisch. | SW. W. Sausend. Wind. Stürmisch. | W. Ziemlich windig. |
| 12te | SW. Luftig. | SW. Zieml. windig. | SW. Ziemlich windig. | SW. Windig. |
| 13te | SSW. Windig. | S.SW. Zieml. windig. | SSW. Merkl. windig. | SW. SO. Luftig. |

109] Witterung.

11te. Mond in Erdferne. Nachts über ists die meiste Zeit hell, und dünn gewölkt, geblieben. Früh sah es auch noch strichweise hell aus, aber bald nach 6 Uhr überlief der Himmel grau trübe aus W., wurde windig,

und fingen Rieselregen mit etwas einzelnen Schneeflocken zu fallen an, und damit continuirte es den ganzen Tag, ohne inne zu halten, und ohne einen Sonnenblick. Abends brachs noch unerwartet, war aber meistens weifslich gewölkt aus W.

12te. Vollmond. (Mit rother Tinte.) Früh zwischen 6 und 7 Uhr sind 4 seltsame Lufterscheinungen bemerkt worden, nämlich einige sogenannte weifslich aussehende Sternschnuppen; dann 2, wohl 2—3 Ellen lange feurige Stralen herunterfallend, gerade in S. und SW., die wie Raketenstralen aussahen und, vielleicht vom Mondlicht, roth oder feurig spiegelten. Dann hat sich bey ziemlicher Tagesdämmerung zwischen 7 und 8 Uhr in SW. ein geschlängelter weifser Stral, wie im Sommer Blitze zu schlängeln pflegen, gezeigt, und weifse Blitze oder Erleuchtungen hier und weit und breit wahrnehmen lassen. Bey Tage ist weiter nichts wahrgenommen worden.

Nachts über hatte es gefröstelt, aber nicht sonderlich merklich gereift, da es abwechselnd bald mehr helle, bald mehr trübe gewesen. Früh sah es ziemlich hell aus, es war aber auch strichweise weifsliches und streifiges Gewölk aus SW. zu bemerken. Vormittag bliebs die meiste Zeit gebrochen und dünn gewölkt, nach und nach aber wurde es graustreifig aus SW., dafs es um Mittag schon ziemlich grau und vermischt gewölkt aussah, auch gegen 1 Uhr etwas zu sprühen anfing, doch hörte es bald 110] auf, blieb aber Nachmittag beständig vermischt trübe aus SW., und war laulicher, als Tags über, doch wurde es später bleichhell.

13te. Nachts über ists bleichhell und laulich geblieben, früh sah es wohl strichweise gebrochen aus, aber auch

strichweise etwas gewölkt und die Steine feucht, daſs es etwas gesprüht haben mag; nach 8 und 9 Uhr wurde es wieder ziemlich hell, es zeigte sich aber auch niedriges lockeres Gewölk aus W. Doch bliebs Vormittag wie gestern die meiste Zeit hell, nur strichweise zog schwarzes Gewölk aus SW. und W. vorüber, Nachmittag auch noch, es wölkte sich aber, und gab etwas rieselnden Strichregen. Nach 3 und 4 Uhr gabs wieder Sonnenschein, und Abends sah es auch noch hell aus, und blieb so, wiewohl etwas bleichhell.

Ich habe mit Absicht diese Beobachtungen ausführlich copirt, damit sie eine desto bessere Vergleichung mit den übrigen gewähren. Ich finde übrigens während der ganzen 15½ Jahre, durch welche sich das Journal erstreckt, kein gleiches Phänomen wieder mit ähnlicher Umständlichkeit beschrieben und aufgezeichnet. Es muſs daher auch seinem Beobachter eben so merkwürdig gewesen seyn, als es dies nachmals durch die von Herrn von Hardenberg zur Sprache gebrachte Gleichzeitigkeit der Erscheinung in so verschiedenen und so ungemein von einander entfernten Orten von neuem geworden ist.

Sollten fernere Fälle vorkommen, wo mit Beobachtungen von gewissen Tagen gedient seyn kann, so bitte ich mir Ihre Nachfrage aus.

# XXVIII.

## Einiges über Nordlichter und deren Perioden, und über den Zusammenhang des Nordlichts mit dem Magnetismus, und des Magnetismus mit den Feuerkugeln, dem Blitze, und der Electricität; — ein Schreiben an L. W. Gilbert, in dessen Annalen der Physik. B. XV. S. 206 — 226.

### Inhalt.

Zeissing's Witterungsjournal von 1770 — 1803 — Succow's von 1780 — 1801 — Notizen von Feuerkugeln aus denselben — Verzeichniſs der von Zeissing und Succow in und um Jena seit 1770 beobachteten Nordlichter — Aehnlichkeit der noch so verschiedensten Verzeichnisse von Nordlichtern in Hinsicht des Maximums und Minimums ihrer Erscheinung — Periode von 9 bis 10 Jahren, die sich aus Zeissing's, Succow's, Böckmann's, Pilgram's, Bergman's, Kraft's, Mairan's, u. A.,

Beobachtungen, für die Nordlichter ergiebt — Sie ist die Hälfte der 18⅔jährigen Monds- oder Nutationsperiode der Erdachse — Das Maximum der Nordlichter fällt mit der mittleren Schiefe der Ekliptik, ihr Minimum mit dem Maximum und wieder dem Minimum dieser zusammen — Doch waren die wenigen Nordlichter in den letzteren beyden Zeiten oft starke — Zusammenhang des Nordlichts mit dem Magnetismus — Im Einzelnen — Im Ganzen — Die 18⅔-jährige Mondsperiode ist zugleich Periode der magnetischen Variation — Beweis aus den Londoner Beobachtungen letzterer — Folglich die 9- bis 10jährige (genauer 9⅓jährige) der Nordlichter auch — Auch die sehr grofsen Perioden des Daseyns und des Fehlens der Nordlichter finden sich beym Magnetismus wieder — Ohne gröfsere Perioden gehörten eigentlich jedem Jahre eine gewisse mäfsige Anzahl Nordlichter zu — Muster sind z. B. die Uebergangsjahre — Hier halten sich die niederen Perioden vorzüglich genau — Auch die 18⅔jährige der Nadel — Nicht alle Nordlichter stören die Nadel — So auch nicht alles Erscheinen derselben in Masse — Was von beyden sie stört, scheint (entweder) nur im Grade des Ueberschreitens einer gewissen Gränze, (oder als Folge der Aeufserung beym Magnetismus wie beym Nordlicht vorkommender aber noch unbekannter Perioden,) es zu thun — Vorausvermuthung der Wiederkehr der Nordlichter bey uns um die Jahre 1806 und 1816 aus jenen Perioden — Von der Möglichkeit einer historisch-geographischen Geschichte der Atmosphäre überhaupt — Wichtigkeit des Magnetismus in derselben — Beyspiel an der magnetischen Richtung als normale des Laufes und der Explosion der Feuerkugeln, dem Parallelismus der Blitze mit der magnetischen Inclinationslinie und wahrscheinlich auch des Maschinenfunkens mit ihr — Gründe dafür, dafs jede electrische Explosion zugleich auch magnetische sey — Besonders aus der Magneteität des Metallgehalts der Meteorsteine — Ob nicht Gewitterexplosionen ähnliche Massen, nur meist in Dampf und Staub verwandelt, geben — Geruch nach Schwefel, der bey jenen Steinen auch vorkommt — Ob der

Geruch beym schon gewöhnlichen Electrisiren ebenfalls dahin gehöre — Allgemeines Erdgewitter — Electrischer Funke = Feuer — Magnetischer = Körper.

---

Jena, den 9. September, 1803.

Die Zeissing'schen Witterungsbeobachtungen, (s. Annalen, B. XV. S. 108.,) besitze ich nun ganz, d. i. von 1803 bis 1770 zurück. Von 1770—1790 hat der Pastor Zeissing sie zu Jena, und erst von 1791 an zu Ifserstädt, gemacht. Von ihrer grofsen Genauigkeit habe ich mich durch Vergleichung mit einem andern Witterungsjournal, welches der selige Kammerrath Succow von 1780 bis 1801 ebenfalls ziemlich vollständig hieselbst geführt hat, überzeugt. In des Letztern Journal ist am 12. November 1799, (diesem in seiner Art einzigen Tage, — denn alles Nachsuchens ungeachtet, habe ich bis jetzt noch keinen zweyten gefunden, an welchem ähnliche Erscheinungen so überall und an so äufserst von einander entfernten Orten wieder zu-
207] gleich vorgekommen wären —,) gleichfalls eine Feuerkugel bemerkt; wie auch, was ich letzthin (s. Annalen, B. XV. S. 107.) vergafs, schon Herr von Arnim (das. B. III. S. 87. Anm.) einer Feuerkugel, aber auch nur Einer, an diesem Tage gedenkt.

Von ferneren Notizen über Feuerkugeln findet sich im Zeissing'schen Journal noch, dafs —

„am 13. October 1785, Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr, ein heftiger Knall mit einigen Erschütterungen der Fenster, gegen N. verspürt, und auch zu Kahla, Roda, Naumburg, Ettersburg, u. s. w. gehört worden ist, doch nur an einigen dieser Orte mit Erschütterungen. In Leipzig habe man nichts gehört; zu Roda, Kahla, Gotha, u. a. O., hingegen, so wie auch hier, habe man Feuerkugeln aus S. nach N. fliegen sehen. Bereits am 3. Junius 1769, Nachmittags gegen 3 Uhr, habe er, (Z.), einen ähnlichen starken Knall gegen O., desgleichen im November 1784, gehört, aber ohne Erschütterungen; doch sey der erste gleichfalls bis Naumburg und Rudolstadt verspürt worden.“

Herr Böckmann erzählt in den Annalen, B. VII. S. 32., dafs seit 1783, (ein einziges im Jahre 1789 ausgenommen,) gar kein Nordlicht weiter zu Carlsruhe sey gesehen worden. Zeissing hat seit dieser Zeit noch eine beträchtliche Anzahl. Da es für die Geschichte des Verschwindens dieses Meteors, und die Vorausbestimmung seines einstigen Wiederkehrens, von Interesse ist, so theile ich Ihnen das ganze Verzeichnifs der in hiesiger Gegend von Zeissing und Succow seit 1770 beobachteten Nordlichter mit, um so mehr, da verschiedene [208 darunter sind, die selbst in den Manheimer Ephemeriden fehlen.

Es wurden Nordlichter gesehen:

1770. 18. Jan.; 29. März; 8, 10, 31. Aug.; 17, 24. Dec.; (zusammen 7.)

1771. 12. May; (1.)

1772. 27. Oct; (1.)

1777. 26. Febr.; 3, 27. Nov.; 3. Dec.; (4.)

1778. 25. Febr.; 14. Apr. 21, 22. Sept.; 13. Dec.; (5.)

1779. 10, 13, 14, 15. Febr.; 25. März; 18, 19. Sept.; 4 mal im Oct.; 9. Dec.; (12.)

1780. 29. Febr.; 6. Apr.; 28. Jul.; 6. Oct.; (4.) (Am 14. Nov. wurde bey völlig klarem Himmel Nachm. um 2 Uhr in NO. ein groſser blasser grün und rother Bogen gesehen.)

1781. 8. Jun.; 23, 24. Sept.; 11. Dec.; (4.)

1783. 20. März; 12, 29. Apr.; 1. May; 26. Nov.; (5.)

1784. 17. May; 15. Sept.; 15. Nov.; (3.)

1785. 5. Oct. (1.).

1786. 18. Apr.; 25. Oct.; (2.)

1787. 2, 26. Apr.; 13. May; 7. Aug.; 7. Sept.; 4, 5, 6, 24, 31. Oct.; (10.)

1788. 11, 15. Febr.; 6. Apr.; 25. Jun.; 5, 31. Jul.; 19, 27, 28, 29. Aug.; 3, 4, 5, 10, 24. Sept. 22. Oct.; (16.)

1789. 27. März; 20. Oct.; (2.)

1790. 29. Jan.; 13. Jul.; (2.)

1792. 10. Apr.; 13. Oct.; (2.)

1793. 8. Nov.; (1.)

1796. 6. Apr.; („etwas heller Schimmer in W., wie Nordschein";) (1.)

Fast bey jedem, besonders in den letzteren Jahren, findet sich die nähere Beschreibung, die jeden 209] Zweifel über Verwechselung mit Zodiakallicht u. s. w. hebt, welches letztere vielmehr besonders angegeben wird. Es ist daher gewiſs, daſs nach der

beträchtlichen Abnahme der Nordlichter in den 80ger Jahren, dieselben gegen das Jahr 1788 von neuem mit einem Maximum der Zahl erschienen, und *nach* dieser Zeit erst gänzlich verloschen sind, so daſs man in dem schwachen Phänomen vom 6. April 1796 kaum noch den letzten matten Aufblick derselben bemerken kann.

Vorstehendes Verzeichniſs ist für die früheren Jahre, wie Sie selbst sehen werden, bey weitem nicht vollständig, so wenig, als es auch das fleiſsigste Verzeichniſs der an Einem gegebenen Orte bemerkten oder erscheinenden Nordlichter je gewesen ist. Doch stimmen auch die verschiedensten Listen derselben, wenn sie nur einerley Reihe von Jahren in sich fassen, in der Zeit, für die sie die *relativen Maxima der Erscheinungen* setzen, fast beständig zusammen. So hat Zeissing in Jena für 1779 eben so ein Maximum, wie Böckmann zu Carlsruhe und Pilgram *) zu Wien; so wieder Pilgram und Zeissing für 1769 — 70; und eben so ist Böckmann mit der seit 6 Jahren einzigen Beobachtung von 1789, dem Zeissing'schen Maximum von 1788 wieder ganz in der Nähe.

Ich erwähne dies, um damit auf eine *Pe-* [210 *riode von 9—10 Jahren* zu deuten, die sich durch die Zeiten der Nordlichter hindurch schlägt,

---

*) S. Pilgram's Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde. 1788. 4. S. 223.

und nach deren ungefähren Verlaufe diese Erscheinung mit einem ihr möglichen Maximum wiederkehrt, so dafs selbst das in der letzten Zeit wieder einzige Nordlicht von 1796 nur wie ein durch höhere Ursachen abgebrochener Versuch dieses Meteors aussieht, sich zu einem Maximum für die Jahre 1797 bis 1798 vorzubereiten. Gehen wir zurück, so behauptet sich diese Periode ebenfalls, so lange wir Gelegenheit ihr zu folgen haben. Als Zeiten der Maxima haben wir bereits 1797 — 1798, 1788, 1779, und 1769 — 1770; bey T. Bergman *) finden wir wieder das Jahr 1760 mit einem Maximum; ferner bey Pilgram 1751; bey Kraft **) 1739 — 1742; bey ihm wie bey Mairan ***) 1728 — 1730, wo Kraft der Zahl nach 1730, und Mairan der Grösse nach 1731, die meisten Nordlichter hat; und endlich bey Mairan 1720 — 1723. Weiter zurück
211] werden theils die Beobachtungen unvollständig, theils fehlt es mir in diesem Augenblicke an Mufse, sowohl diese aus Quellen damaliger Zeit nach Möglichkeit zu vervollständigen, als auch jene Periode

---

*) S. Bergman's *Opuscula* T. V. No. LIII. p. 242. etc.

**) S. *Comment. Acad. Sc. Imp. Petrop.* T. IX. p. 316, 358; T. XI. p. 242, 254.; T. XIII. p. 339, 371.; T. XIV. p. 240, 247.

***) S. der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Paris phys. Abhandl.; a. d. Fr. von v. Steinwehr. Th. IX. S. 447 — 450, vergl. mit S. 564, und Th. X. S. 195, 487.

überhaupt für die neuere Zeit aus noch andern und zum Theil reicheren Quellen, als die hier benutzten, so zu befestigen, als sie dessen wohl fähig seyn mag. Indefs scheint es beynahe, dafs selbst das merkwürdige Nordlicht von 1716 mit seinen Begleitern nur noch der freygelassene Ueberrest eines, eigentlich auf die Jahre 1712 — 1713 fallenden, jedoch durch die gröfsere, die Nordlichter von 1686 an, (wenigstens auf unserer Halbkugel,) schmälernde Ursache, gröfstentheils unterdrückten Maximums gewesen sey; eine Vermuthung, die noch an Wahrscheinlichkeit durch das Südlicht gewinnt, welches Frezier im May 1712, einem Jahre, wo bey uns nichts von Nordlichtern gesehen wurde, beym Cap Horn wahrnahm, wie auch Don Ulloa dergleichen zur Zeit eines andern Maximums im April 1750 in derselben Gegend wieder sah *).

Näher über die eben erwähnte 9- bis 10 jährige Periode wird man orientirt, wenn man sie gegen die $18\frac{2}{3}$jährige Mondsperiode, oder, was dasselbe ist, gegen die mit ihr gegebene gleich grofse Nutationsperiode der Erdachse hält. Man sieht sogleich, wie das Maximum der Nordlichter beständig mit der mittleren Schie- [212
fe der Ekliptik zusammenfällt, dafs also, da diese in jeder der letzteren Perioden zwey Mal vor-

---

*) S. Brisson's *Dict. rais. de phys.* Edit. 2. T. I. p. 362.

kommt, jenes sich eben so oft wiederfindet, wie folgende Uebersicht zeigt.

| Minimum der Schiefe der Ekliptik. | Maximum der Nordlichter. | Maximum der Schiefe der Ekliptik. |
|---|---|---|
| 1717⅓ | | |
| | 1720 — 23 | |
| | | 1726⅔ |
| | 1728 — 32 | |
| 1736 | | |
| | 1739 — 42 | |
| | | 1745⅓ |
| | 1751 | |
| 1754⅔ | | |
| | 1760 | |
| | | 1764 |
| | 1769 — 70 | |
| 1773⅓ | | |
| | 1779 | |
| | | 1782⅔ |
| | 1788 | |
| 1792 | | |
| | (1796 — 98) | |

Der Zusammenhang des Mondes mit den Nordlichtern ist demnach aufser Zweifel.

Zeiten von Bedeutung für das Nordlicht müfsten nach dieser Tabelle vor andern noch die des

Maximums und des Minimums der Schiefe der Ekliptik seyn. Und wirklich ist es merkwürdig, daſs man um solche Zeit, wo im Ganzen beständig weit [213 weniger Nordlichter der Zahl nach gesehen wurden, als zur Zeit des Mediums, unter diesen wenigen häufig sehr starke vorkamen; dergleichen die berühmten Nordlichter von 1716, 1726 und 1737, (s. Pilgram,) waren. Späterhin hat es zu ähnlichen Zeiten vielleicht gleiche gegeben, ich habe aber jetzt nicht die Zeit, nachzusehen. Doch finde ich noch ganz neuerdings das Nordlicht vom 13. October 1792 bey Zeissing gröſser angezeigt, als irgend eines seit dem 22. Oct. 1788; auch ist als ein sehr groſses das vom 4. April 1791 bekannt, welches Julin *) in Hinsicht seiner Höhe und Pracht mit dem von Bergman am 23. October 1764, (einer wieder merkwürdigen Zeit,) beobachteten vergleicht.

Wie sehr das Nordlicht im Einzelnen mit dem Magnetismus zusammenhängt, haben uns die vortrefflichen Beobachtungen von van Swinden, Wilke, und so vielen Anderen, bereits zur Genüge gelehrt. Ich denke dasselbe für dieses Phänomen im Ganzen zu thun, wenn ich zeige, daſs die groſse Mondsperiode oder die $18\frac{2}{3}$ jährige Nutationsperiode der Erdachse, die mit der 9–10-jährigen Periode der Nordlichter so innig verbunden ist, zugleich auch gröſsere Periode der magnetischen Variation ist. Wilke schon

*) S. Lichtenbergs Magazin B. XI. St. 3. S. 109 — 114.

zweifelte nicht daran, dafs nicht selbst die jährli-
214] chen Veränderungen der Magnetnadel mit den
Nordlichtern in causalem Zusammenhange stehen sollten; hier indefs betrift es eine noch 19 Mal gröfsere Periode. Sie wird gebildet durch die mittlere Ab- und Zunahme der jährlichen Präcession der Nadel gegen Westen, und zwar merkwürdig genug, und gewifs aus mehr als Zufall, wurde sie — zu London — gröfser, und hatte ihr Maximum, in der Hälfte der Periode, in welche das Minimum der Schiefe der Ekliptik; wurde kleiner, und hatte ihr Minimum, in der, in welche das Maximum letzterer fiel. Sucht man in Cavallo's theor. und prakt. Abhandlung der Lehre vom Magnetismus, a. d. Engl. 1788. S. 34., die jährliche Präcession nach Westen für 1576 bis 1580, so findet man sie nur 1'. Aber auf $1577\frac{1}{3}$ fällt auch gerade das Maximum der Schiefe der Ekliptik. Von 1580 bis 1612, in welche Zeit zwey Minima und nur ein Maximum der Schiefe der Ekliptik fallen, giebt der Unterschied von 5° 1' durch 32 dividirt, für das einzelne Jahr sogleich $9\frac{13}{32}'$. In die Jahre 1612 bis 1622 fällt $1634\frac{2}{3}$ wieder ein Maximum jener; die jährliche Präcession wird aber wieder nur $\frac{3}{5}'$. Zwischen 1622 bis 1633 fällt 1624 wieder ein Minimum; die Präcession beträgt sogleich $11\frac{4}{11}'$. Von 1633 bis 1634, welche Zeit gerade ein Maximum trift, bleibt die Nadel ganz stehen. In der Zeit von 1634 bis 1657 befindet sich das Minimum $1642\frac{2}{3}$ mit bedeutenderer Sphäre als das darauf folgende Maximum; die Präcession ist $10\frac{15}{23}'$.

Von 1657 bis 1666 mit dem Minimnm von $1661\frac{1}{3}$ in der Mitte, wird sie schon $10\frac{1}{18}'$. Von 1666 [215 bis 1672 mit dem Maximum von $1670\frac{2}{3}$, fällt sie wieder auf $9\frac{1}{12}'$, und steigt von 1672 bis 1683 mit dem Minimum von 1680 auf $10\frac{10}{11}'$, worauf sie von 1683 bis 1692 mit dem Maximum von $1689\frac{1}{3}$, wieder auf 10′ fällt, sodann aber von 1692 bis 1700 mit dem Minimum von $1698\frac{2}{3}$, wieder auf 15′ steigt.. Von hier an bis 1730 fallen die mehrern Beobachtungen in den Zwischenzeiten zu unbequem, um sie einzeln zu verarbeiten; zusammengenommen aber, wo zwey Maxima und ein Minimum in sie fallen, erhält man eine jährliche Präcession von wieder nur 10′. Von 1730 bis 1740 mit dem Minimum von 1736 in der Mitte, steigt sie wieder auf 16′, und fällt von 1740 bis 1750 mit dem Maximum von $1745\frac{1}{3}$, von neuem auf $13\frac{2}{5}'$. Weiter herauf werden, aufser einer Irregularität, von welcher wir nachher sprechen wollen, die Beobachtungen wieder zu ungeschickt, um etwas zuzulassen, bis wir 1760 bis 1770 mit dem Maximum von 1764 in der Mitte, wieder nur $8\frac{3}{10}'$, von 1774 bis 1775 aber, einer Zeit ganz an der Nähe des Minimums von $1773\frac{1}{3}$, sogleich und sogar 27′ westliche Präcession haben.

Die Pariser Beobachtungen führen im Ganzen auf die gleiche Periode, nur ist es, da dort noch (locale?) Umstände eingewirkt zu haben scheinen, wie zu London nicht, schwieriger und weitläuftiger, sie so klar an den Tag zu legen, wie aus den Beobachtungen des letztern Orts, und sie selbst [216 nimmt zuletzt in gewisser Hinsicht eine ganz andere

Wendung. Indefs ist sie da, und ich behalte mir das Nähere darüber bis zu gelegenerer Zeit vor; um so mehr, da was ich wollte, erreicht ist, nämlich: dieselbe Periode, welche die 9- bis 10jährige der Nordlichter in sich enthält, auch als magnetische aufzuzeigen, und damit überhaupt auf einen höhern Verkehr des Magnetismus mit dem Nordlichte hinzudeuten.

Ich gedachte vorhin einer Stelle in der Reihe der Beobachtungen, wo diese, und die früher wie später so klein durchblickende Periode, beynahe gar nicht mehr stimmen wollten, und in der That erstreckt sich diese Irregularität, nur nicht in dem Grade, sowohl vor- als rückwärts, noch weiter. Es läfst bey näherer Untersuchung, als wenn ungefähr zwischen 1720 bis 1730 eine höhere Ursache angefangen habe, einzuwirken und Störungen hervorzubringen, die erst spät wieder zurücktrat. Dieselbe Bemerkung hat man Gelegenheit bey den Pariser Beobachtungen zu machen, nur dafs die Zeit sowohl des Ein- als Austritts derselben etwas von der zu London verschieden scheint. Auch zurück in den Jahren 1634 bis 1683 finden Sie eine ähnliche Störung, die beynahe alle Regularität aufgehoben hätte, so dafs diese mit Noth noch durchschimmert. Hingegen in den Jahren 1580 bis 1633 und wieder 1683 bis etwa 1730 finden Sie eine Regelmäfsigkeit, die wenig zu wünschen übrig läfst. Dies fiel mir 217] lange auf. Indefs bin ich nachmals durch eine Betrachtung beruhiget worden, die fürs erste zwar etwas gewagt scheint, bald aber so viel für sich hat,

dafs ich gern so lange bey ihr bleiben will, bis die Folge etwa es anders lehrt.

Die Nordlichter stehen in sehr naher Verbindung mit dem Magnetismus. Darüber ist kein Zweifel mehr. Es giebt grofse lange Perioden, in denen sie sehr häufig erschienen, andere eben so lange, in denen sie gänzlich fehlten. Im Ganzen genommen hat, so weit wir zurücksehen können, die Summe von Jahrgängen, in denen sie erschienen, ein merkliches Uebergewicht über die Summe derer, in denen sie wegblieben. So scheint es also fast, als wenn im Mittel, und ohne dafs solche Schwankungen Statt hätten, eigentlich jedem Jahre eine mäfsige Anzahl Nordlichter zugehörten. Solchen Jahren würden nur die sehr nahe kommen, die es giebt, wenn nach einer langen Zeit des Wegbleibens der Nordlichter sie endlich anfangen wieder zu erscheinen; mit andern Worten: die Uebergangsjahre. Die Jahre sehr nahe vor und hinter ihnen würden sich ebenfalls nicht sonderlich davon unterscheiden. Eben so eine Reihe von Jahren im Ganzen nicht, in welche sehr kurze Perioden des Wegbleibens und Wiederkehrens der Nordlichter fallen. Eine solche Reihe von Jahren aber ist ungefähr die von 1686 bis etwa 1720. Diese, als dem mittlern Zustande der Dinge am nächsten kommend, hätte es an und für sich zum besten, auch den mittleren Gang anderer am wenigsten zu stören, vielmehr mit ihm zu correspondiren. Gerade [218 in dieser Reihe von Jahren aber sehen wir auch die $18\frac{2}{3}$jährige Periode recht bestimmt. Eine andere

solche Uebergangs- oder ihr nahe kommende Zeit ist weiter zurück die von etwa 1580 bis 1620. Hier aber ist es wiederum, wo sich jene große Periode, und noch schöner als in der zuerst erwähnten Zeit, behauptet. Abweichungen von obigem Mittel, und sehr große, sind die Jahre 1621 bis 1686, in welchen die Nordlichter ganz fehlten, und dann 1716 bis 1793, in welchen sie ununterbrochen und oft in außerordentlicher Menge vorhanden waren. Mit diesen Abweichungen aber sind auch sogleich die oben bemerkten in diese Zeiten fallenden Störungen des Gesetzes der Mondsperiode zugegen gewesen.

Dies alles hat mich auf die Frage gebracht: ob, wie das einzelne Nordlicht die magnetische Ordnung stören kann, nicht auch ihr Erscheinen in Masse dasselbe, und zwar auf eine noch viel höhere Art und in noch viel höherem Grade, stören möchte; ferner, ob eben so, wie die Herrschaft der großen Ursache, die das so häufige Erscheinen des Nordlichts veranlaßt, nicht auch die Herrschaft einer dieser ganz entgegengesetzten Ursache, die an dem so langen Ausbleiben desselben Schuld ist, als gleiche Abweichung vom Mittel, eine eben so hohe und allgemeine Störung der magnetischen Ordnung mit sich bringen möge. — Das Zusammenstimmen aller Umstände dafür ist zu groß, als daß man diese Frage sogleich mit Nein abfertigen könnte.

219] Was endlich noch aufmerksamer macht, ist, daß selbst in den Zeiten sehr reicher Nordlichterjahre, wo täglich und äußerst genau beobachtet wurde,

doch nicht alle Nordlichter die Magnetnadel störten, sondern nur der gröfste Theil, während ein kleinerer so eben das Maafs derselben schien, was sich mit dem regelmäfsigen Gange derselben gerade vertrug, und wie zu ihm gehörte. Vielleicht ist selbst von den Nordlichtern, welche störten, manches doch bis auf einen gewissen Grad noch immer ein solches, welches nicht, sondern nur im Verhältnisse des Ueberschreitens dieser Gränze, störte.

Verzeihen Sie, lieber Freund, diese, ich gestehe es, zuweilen gewagten Betrachtungen. Ich gebe ihre Resultate für nichts weniger als Gewifsheit aus, aber belehrt, dafs selbst den gewissesten anderer Art, ähnliche dieser, vorauszugehen pflegen, habe ich sie nicht zurückhalten wollen, um so mehr, da es Zeit ist, zu versuchen, über dergleichen Gegenstände auf solche Weise zu denken, wenn man auch für den Anfang es bey weitem noch nicht richtig genug thut. Und ein solcher Versuch, und mehr nicht, soll das Vorige blofs seyn.

Was mich vorzüglich noch zu ihm veranlafst hat, ist, dafs wir Hoffnung haben, die Phänomene, von denen hier die Rede war, bald in schönem Glanze wiederzusehen. Sie beruht freylich nur auf Analogieen, aber wo haben wir mehr? — Auf die lange Erscheinungszeit des Nordlichts 1520 — 1580 folgte nur eine kurze Unterbrechung; lange Unterbrechungen, wie die von 1465—1520 und 1220 1621 — 1686, hatten allemal doch wenigstens kurze Gegenwart vor sich. Wie wahrscheinlich also

ist es, daſs auch die lange Gegenwart von ungefähr 1716 — 1793 auch nur eine kurze Unterbrechung nach sich haben werde. Bringt man dabey die oben festgesetzte alle 9 — 10 Jahre wiederkehrende Disposition zum Maximum der Nordlichter zugleich mit in Anschlag, so ist für die Zeit um 1806 die gröſste Wahrscheinlichkeit für eine Wiederkehr derselben, und wenn sie ja hier noch nicht geschehen sollte, doch für die ähnliche um 1816, vorhanden. Wie nahe aber dies Alles der Wahrheit einst gewesen seyn werde, muſs die Zeit lehren.

Soviel als Note zu dem Wenigen, was ich Ihnen auf Anlaſs der Zeissing'schen Wetterbeobachtungen mittheilte. Ich behalte es mir vor, sobald ich Zeit habe, auch die so genauen barometrischen und thermometrischen Beobachtungen desselben, und auf ähnliche Art, durchzuarbeiten, wie z. B. Toaldo es mit denen des Marchese Poleni that, die auf so schöne Resultate führten. Da er bis zum Jahre 1773 gekommen ist, so werden sich die Resultate der Zeissing'schen Beobachtungen, die mit 1770 angehen, schön an sie anschlieſsen, und wenigstens andern bereits geführten Fortsetzungen zur Bestätigung, mir aber zur Uebung und Belehrung gereichen.

Wie sehr wäre überhaupt eine historisch - geographische Geschichte der Atmosphäre in allen Beziehungen, so weit, als die Beobachtungen es erlauben,
221] zu wünschen! Von der Möglichkeit einer solchen bin ich vollkommen überzeugt. Man erstaunt

über die Schätze von Beobachtungen und zum Theil bereits auch schon von Resultaten, die sich überall zerstreut befinden, aber sie liegen in einer Ruhe, die fast dem Tode gleicht. Jeder glaubt, er müsse von neuem anfangen, und weiſs nicht, daſs man schon weiter war, als er allein je kommen wird. Ich habe erst wenige Blicke in jene Vorzeit gethan, aber überall herrscht innigster Zusammenhang, klare Verkettung Alles zu Einem, beweglich und bewegt zwar, wie im lebendigsten Organismus; aber auch eben so Einem Willen unterthan, der erst, wenn er das Ganze betrifft, sich der Verfügung eines noch höhern unterwirft, wie der Mensch dem Gesetze. Bekannt mit diesem aber, wird es leicht, ihn auch bis dahin zu verfolgen, und nie zu verlieren. Nicht genug kann man auffordern, im Magnetismus ihn zu suchen. Es giebt kaum etwas, was so bey Allem, und so augenscheinlich, thätig zugegen wäre. Selbst was Störung seiner scheint, wird zu Bestimmung aus eigner Natur; und so mag das Meiste von dem, welchem er unterworfen scheint, im Gegentheile ihm unterworfen seyn.

Zum Schlusse nur ein Beyspiel sehr specieller Art. — Man hat, bey Gelegenheit der letzten Feuerkugel bey l'Aigle im Ornedepartement, angemerkt, daſs die Explosion genau in der Richtung des magnetischen Meridians geschehen sey. Die Richtung von S. nach N. und von SO. nach NW. findet man aber auch sonst schon für den Lauf [222 der Feuerkugeln mehrmals angegeben, wie z. B. noch bey denen vom 15. Oct. 1785, und wahrscheinlich liegt es theils am Orte der Beobachtung, theils an der

blos ungefähren Angabe des Beobachters selbst, dafs man das Zusammentreffen dieses Laufs und der Richtung der Explosion mit dem magnetischen Meridian nicht schon öfter bemerkt hat. — Etwas ganz Gleiches hat bey Gewittern Statt. Bey dem letzten besonders heftigen, das wir diesen Sommer um Jena hatten, habe ich bey jedem Blitze, der niederwärts fuhr, gesehen, dafs er in der magnetischen Linie herunterschlug, indem er, mir zur Abendseite, beständig mit dem nördlichen Horizont, mir zur Südseite aber mit dem westlichen einen stumpfen Winkel machte. Auch kann man Balitoro's Bemerkung, (s. Annalen, B. XIII. S. 487. Anm.), dafs der Blitz am häufigsten die Südost-, selten die Südwest-, und nie die Nordseite eines Gebäudes, (wenn nämlich sonst nichts stört), treffe, eine Bemerkung, die ich bey weiterer Nachfrage gleichfalls weiter bestätigt hörte, schwerlich anders, als durch eine ähnliche Richtung des Strals, erklären. Selbst, dafs jeder electrische Funken im Kleinen, bey über einander gestellten Conductoren, welcher auch oben oder unten sey, beständig von oben nach unten fahre, führt schon Priestley *) an, Winterl **) 223] ebenfalls, und jeder erste beste Versuch, den ich selbst darüber angestellt, bestätigte es. Auch in dem Versuche, wo man Glas und dergleichen vermittelst

---

*) S. dessen Geschichte der Electricität, a. d. Engl. 1772. S. 478.

**) S. dessen *Prolusion. ad chemiam saec. decim. noni*, 1800. p. 154.

zwischen gelegten Blattgoldes durch den electrischen Schlag zerschmettert, werden die Trümmer desselben meistens nach unten geworfen, weshalb der Versuch ohne Gefahr ist *). Wäre es möglich, dergleichen in nähere Untersuchung zu nehmen, so würde man höchst wahrscheinlich überall, statt des Perpendikels, die magnetische Linie, als Norm der Richtung, vorfinden.

Nimmt man dieses Alles zusammen, so kann man sich in der That kaum der Frage mehr enthalten, ob nicht jede electrische Explosion, und solche, die wir bisher dafür gehalten, wie die von Feuerkugeln, wenigstens einer „Art" derselben, im Grunde auch zugleich eine magnetische sey. — Ist nicht die magnetische Linie gerade diejenige Lage, in der für irgend eine gegebene Distanz das Maximum von magnetischer Spannung, und damit das Maximum von Bedingung für eine Entladung, wenn eine solche möglich, vorhanden ist? — Von sich selbst scheinen magnetische Pole keiner Entladung in einander mit Explosion fähig zu seyn, wenigstens ist uns noch kein Beyspiel bekannt; ob aber nicht jede electrische Entladung erst Kraft und Bedeutung durch eine magnetische bekommt, die erstere einleitet, ist eine andere Frage, auf die niemand ein verneinendes Factum vorzeigen kann, vielmehr es frey lassen muss, ob die Zeit nicht [224

---

*) S. Schmidt's Beschreibung einer Electrisirmaschine, 1773. S. 29.

jede sogenannte electrische Explosion als ein solches aufstellen wird. Wie weit sind wir so eben in der Kenntnifs des electrischen Funkens, und hat nicht jede Theorie noch über ihn geschwiegen? — Ich bemerkte bey dem vorhin erwähnten Gewitter noch eine zweyte Erscheinung, die, da ich sie nicht suchte, mir blofs durch ihre Entschiedenheit auffallen konnte. Jeder starke nahe Blitzschlag, den ich zufällig vor dem Auge hatte, fing damit an, dafs in scheinbar horizontaler Richtung von entgegengesetzten Seiten her, ein mäfsiges Leuchten zusammenschlug, und *hierauf*, obgleich sehr eilig, stürzte erst ein *zweyter*, weit hellerer und gedrungnerer, einige Male merklich wie aus zwey Hälften bestehender, Feuerball oder Keil, aus der Höhe, mitten durch jene erste Lichtmasse hindurch zur Erde nieder, so dafs jene deutlich bereits verlöscht war, als ich diesen noch sah. Einen dieser Blitze bekam ich zufälliger Weise sogar in das Feld eines kleinen Taschenperspectivs, es war aber ganz dasselbe, wie mit den übrigen, und somit die Beobachtung selbst aufser Zweifel.

Auf das *Magnetische*, zunächst bey grofsen Explosionen in der Atmosphäre, macht auch das Product derselben, die *meteorischen Steine*, aufmerksam. *Eisen* und *Nickel*, die so beständigen Begleiter derselben, dafs sie noch allein erscheinen, wenn auch alles übrige wegfällt, diese beyden Metalle sind gerade die bedeutendsten zwey von der kleinen Summe der drey bekannten Metalle, die allein dem Magneten gehorchen und selbst einer
225] werden können, die also *mit dem Magne*-

tismus im nächsten Bunde stehen. Dies ist bey Feuerkugeln der Fall, aber auch schon bey mehreren Gewittern sah man dergleichen Steine fallen. Man fragt von Neuem: ob nicht alle Gewitterexplosionen ähnliche Producte herbeyführen? — Dafs sie gewöhnlich nicht in Masse erscheinen, sagt nichts. Dieselbe Kraft, die grofse Massen in kleine zersplittert, kann wiederum kleinere in Staub und Dampf auflösen. Woher doch der starke Geruch nach Schwefel an Orten, wo kurz zuvor der Blitz einschlug? — Die meisten meteorischen Steine enthalten ebenfalls Schwefel; ganz in der Nähe von zerspringenden Feuerkugeln hat man gleichfalls Schwefeldampf bemerkt, und hat man die Atmosphäre an Orten, wo es einschlug, wohl noch anders, als mit der Nase, untersucht? — Was riecht als Dampf von Allem, was meteorische Steine enthalten, zunächst so vor, man möchte sagen, so allein, als der Schwefel? — Wie höchst wahrscheinlich ist es, dafs, wenn einmal einem Chemiker zu glücklicher Stunde der Blitz ins Laboratorium, es sey das ummauerte oder das freye im Felde, schlagen, und er eine beträchtliche Masse der geschwängerten Atmosphäre zur Analyse wird nehmen können, er in derselben das Nämliche wiederfinden wird, was im concreten Zustande jene bildet. Dann wird selbst der mit jenem so verwandte Geruch beym Electrisiren im Zimmer seine Bedeutung haben, und die kleine Maschine auf ihre Art dasselbe thun, was Gewitter, was die grofsen, welche wolkenlos in ungemefsnen Höhen die ganze Erde in Einer Continuität zu [226 umgeben scheinen, auf die ihrige thun.

Woher dieses Eisen, diese Metalle, diese Erden, dieser Schwefel . . . .? — Einen Augenblick früher Nichts von Allem, nirgend etwas: einen Augenblick später Alles zugleich, auf Einmal, und in Menge! Niemand sah eine Spur davon vorher, nachher jeder die Masse! Wollen wir, was alte vorgefaſste Meinung ist, einen Augenblick fahren laſsen, um das Ganze auf die nämliche einfache Art betrachten zu können, welcher der Physiker in ähnlicher Verlegenheit schon so oft endlich die Lösung der gröſsten Widersprüche verdankte? — Wohlan: — Es ist geradezu, als ob, was an jenen Explosionen Electrisches, in Licht und Wärme, was Magnetisches an ihnen, in Körper endigte.

— Doch ich will schlieſsen. Verzeihen Sie. Im nächsten Briefe werde ich Sie mit ausgemachteren Dingen unterhalten, wovon wir nicht eines um die ganze Schaar einseitiger Möglichkeiten, die ich mir unter vier Augen zu erlauben wagte, hingeben wollen. Eben bekomme ich den Apparat zur letzten Bestimmung des electrischen Meridians im Grossen, und in wenig Tagen Sie eine Reihe von Resultaten, die vielleicht das Beste ist, was ich je geben konnte.

## XXIX.

### Ueber Feuerkugeln und Meteorsteine, die Perioden ihrer Erscheinung, das Verhältniss beyder zu einander in den verschiedenen Zeiten letzterer, die Uebereinstimmung dieser Perioden mit denen der Nordlichter und Gewitter, und den daraus hervorgehenden tellurischen Ursprung der gefallenen Stein- und Eisenmassen, nebst Bemerkungen über andere hierher gehörige Gegenstände; ein Schreiben an L. W. Gilbert, (ausgezogen *) in dessen Annalen der Physik, B. XVI. S. 221 — 241.)

### Inhalt.

Fortsetzung von No. XXVIII. — Bestätigung der $9\frac{1}{3}$ jährigen Periode der Nordlichter aus Dalton's späteren Beol-

*) Anmerkung. Aus dieser Abhandlung wurde von Gilbert Mehreres gestrichen oder sonst

achtungen — Gleichheit der Richtung und Identität der Producte, wodurch Feuerkugeln, Gewitterexplosionen, u. s. w., mit dem Magnetismus in so nahem Verkehr stehen, müssen auch den gleiche Perioden mit diesen haltenden Nordlichtern zukommen — Bestätigung des Erstern durch DALTON — Feuerkugeln, Gewitter, u. s. w., müssen dieselben Perioden halten, wie die Nordlichter — Auch bey Feuerkugeln sind die noch so verschiedensten Verzeichnisse derselben in Hinsicht des Maximums und Minimums ihrer Erscheinung sich ähnlich — Dafs Feuerkugeln wirklich dieselbe $9\frac{1}{3}$ jährige Periode halten, als die Nordlichter - Dafs die Zeit ihres Maximums auch die des Maximums der Nordlichter ist, u. s. w. — In den Jahren der Maxima sind die Feuerkugeln bey weitem häufiger mit Steinfällen begleitet, als in denen der Minima — Und auch dem Gewicht nach — Bestätigung von Beyden an der letzten Periode 1794 bis 1804, bis zurück zur Ensisheimer Masse — Vorausvermuthung, dafs in die Zeit von 1804 bis 1809 wieder sehr viele Feuerkugeln und Meteorsteine fallen werden — Jährliche Periode der Nordlichter — Das Herbstmaximum ist gröfser als das Frühlingsmaximum — Gleiche jährliche Periode der Feuerkugeln — Auch hier das Herbstmaximum grös-

---

zusammengezogen. Die Gründe indessen, die damals ihn, und gerade für die Annalen, dazu berechtigen konnten, fallen hier, und mir, vollkommen weg, und ich gebe diese Abhandlung, ganz wie ich sie damals schrieb. Doch lasse ich auch bey ihr die Zahlen der Seiten des GILBERT'schen Abdrucks am Rande folgen, theils, dafs sogleich das damals Weggelassene sichtbar wird, theils das Gebliebene nach Citaten der Annalen hier eben so gut könne wiedergefunden werden.

*R.*

ser als das Frühlingsmaximum — Drittes Maximum der jährlichen Periode, der Feuerkugeln im Julius — Fällt mit dem jährlichen Maximum der Gewitter zusammen — Daſs Gewitter für den Sommer, was Nordlichter für den Winter — Verkehr der Nordlichter mit den Gewittern überhaupt — Beyde sind Erschöpfungen einer nämlichen Constitution der Atmosphäre — Derselben, die sich auch in Feuerkugeln veräussert — Jährliches Uebergewicht der (Sommer-) Gewitter über die (Winter-) Nordlichter in den Zeiten der Minima — Auch Feuerkugeln erscheinen in den Zeiten der Minima im Sommer häufiger als im Winter — Sogar noch in denen der Maxima — Schluſs aus der gleichen Periodicität der Feuerkugeln mit Nordlichtern u. s. w., als anerkannt irdischer Phänomene, auf die absolute Tellurität der sie zum Product habenden Processe — Allgemeine Gründe gegen die Abkunft der von solchen Feuerkugeln begleiteten Steine aus dem Monde oder anderen Weltkörpern — Ob nicht alle Feuerkugeln von Steinproduction begleitet seyn — Nur daſs sie oft sogleich in Staub und Dampf verwandelt werden und bleiben — Nothwendigkeit hiervon — Abermalige Folge daraus, daſs in den Zeiten der Maxima das Verhältniſs der gefundenen Steinmassen zu den Feuerkugeln gröſser seyn müſste, als in denen der Minima — Ferner, daſs im Sommer in Zeiten der Maxima nach Verhältniſs zu den Feuerkugeln mehr Steinmassen fallen müssen, als in denen der Minima — Eben so im Winter — Bestätigung — Daſs die beyden Maxima der Nordlichter und das der Gewitter, eben so die correspondirenden drey der Feuerkugeln, in die jährliche westliche Präcession der Nadel fallen — Bemerkungen über den jährlichen Wechsel zwischen Gewitter- und Nordlichtconstitution der Atmosphäre in Bezug auf die Nadel — Tägliche Periode der Gewitter und Nordlichter — Ob auch die Feuerkugeln eine tägliche halten — Feuerkugeln scheinen, wie Nordlichter und Gewitter, die Magnetnadel zu stören — Spuren von einer Mond - monatlichen Periode der Feuerkugeln — Desgleichen einer mit denen des allgemeinen Daseyns und Fehlens der Nordlichter zusammenhängenden — Daſs die sogenannten Schwefelregen und andere

sämmtlich in Zeiten der Maxima der Feuerkugeln fielen — Wunsch, sämmtliche atmosphärische Niederschläge genauer untersucht zu sehen — Aussichten für die künftige Fortsetzung dieser Betrachtungen — Erste Keime einer Natur-Prophetik — Verwendung der Beobachtung des electrischen Processes im Kleinen dazu.

---

Jena, den 24. December, 1803.

In meinem letzten Schreiben, (s. Annalen, B. XV. S. 206. u. f.,) habe ich Ihnen den Anfang einer Untersuchung über meteorologische Gegenstände vorzulegen gewagt, deren Art es wohl erfordert, durch eine weitere Ausführung strenger auf die Probe genommen zu werden, da, wenn ich nicht irre, im Fall ihrer Rechtfertigung, sie mehr, als irgend eine, geeignet ist, uns der wahren Natur jener Erscheinungen, und ihrer Verknüpfung unter einander, näher zu bringen. Ich will für heute diese Fortsetzung ganz aus solchen Prämissen führen, die in dem, was ich neulich sagte, schon enthalten sind. Stimmen die Folgerungen aus ihnen mit der Erfahrung, soweit überhaupt welche vorhanden seyn wird, überein, so wird mein Unternehmen keiner weiteren Entschuldigung bedürfen, und mir vergönnt seyn, künftig auf dem betretenen Wege fortzugehen.

Was die in den Annalen, B. XV. S. 210 u. f. für die Nordlichter angestellte Periode von 9 bis 10 Jahren betrifft, so finden Sie das S. 212. aus

Mangel an hiesigen Beobachtungen blofs geschlossenen Maximum für 1797, durch die Angabe DALTON's, (das. S. 205.) der zu Manchester länger beobachten konnte, als wir im Süden, vortreflich bestätigt. Das frühere, von uns noch beobachtete, Maximum von 1788 ist es für ihn ebenfalls gewesen. Er führt in diesem Jahre 53 Nord- [222 lichter an, und der Zweck dieser Angabe brachte es mit sich, dafs er aus den acht vor 1794 vorhergehenden Jahren das der meisten Erscheinungen wählte.

Durch die erwähnte bis jetzt so schön als möglich bestätigte Periode der Nordlichter hängen diese Meteore, wie schon früher im Kleinen, jetzt auch im Grofsen, aufs innigste mit dem Magnetismus zusammen; indem jene in jeder $18\frac{2}{3}$ jährigen Periode dieses 2 Mal, als soviel nothwendige Theile derselben, vorkommt. Vergl. S. 211 — 216. Auch ist S. 216 — 219 dieser Zusammenhang in noch höheren Verhältnissen nachgewiesen. Nun hat aber die Untersuchung S. 221 — 226 auch für Feuerkugeln, Gewitterexplosionen, ja jede electrische Entladung im Kleinen, ein deutliches Verkehr mit dem Magnetismus aufgezeigt, und zwar waren die beyden Punkte, in denen sie sämmtlich auf ihn hinweisen: Gleichheit der Richtung, welche ihnen allen normal zu seyn scheint, so dafs selbst Ausnahmen davon blofs durch äufsere Umstände bewirkte Modificationen dieser, als ursprünglicher, seyn werden, — und die höchst wahrscheinliche Identität der Producte aller. Erstere war die der magneti-

*schen Linie*, letztere zeichnete die *beständige Magneteität ihrer wesentlichsten Bestandtheile* aus. Nothwendig, scheint es also, müsse Beydes auch den mit dem Magnetismus, wenn schon vorerst nur anderweitig, eben so verbundenen *Nordlichtern* zukommen. Man vergleiche aber in Hinsicht ersterer hiermit, was Dalton S. 205 nach seinen Beobachtungen nunmehr als bestätigt ansieht, nämlich, daſs die *leuchtenden Stralen des* 223] *Nordlichts* sowohl unter einander, als mit der *magnetischen Inclination* (= deren Linie) *parallel* sind. Auf das Letztere aber werde ich, so paradox es auch scheinen möge, nur überhaupt davon sprechen zu wollen, zu anderer Zeit zurückkommen.

*Nordlichter* sind mit dem Magnetismus noch, und vorzüglich, durch die Perioden, welche sie beobachten, verbunden. Da sie nun in den übrigen so eben erwähnten Hinsichten mit den Feuerkugeln, den Gewittern, und den electrischen Entladungen im Kleinen, (die ebenfalls wieder mit dem Magnetismus ein so nahes Verkehr haben,) übereinkommen, so folgt von selbst, daſs die letztern Phänomene) oder die Processe, welche sie gewähren, *gleichfalls denselben Perioden* unterworfen sind, welchen die Nordlichter gehorchen. Wir verweilen zuvörderst bey den *Feuerkugeln*, und zwar bey ihnen überhaupt, sie seyen mit Meteorsteinen begleitet gewesen oder nicht, das ist, und richtiger: man habe Producte derselben *vorgefunden* oder nicht.

Es scheint etwas zu früh zu seyn; sich in dergleichen Untersuchungen zu wagen, wenn man bedenkt, wie gering im Ganzen die Zahl solcher Erscheinungen ist, deren Beobachtungen bekannt geworden sind, und wie ungleich und einzeln wieder die Orte sind, von denen aus sie bekannt wurden. Indeſs sind Phänomene dieser Art doch nicht ganz so local, und die gröſsten unter ihnen selbst dem gemeinen Manne viel zu bedeutend gewesen, als daſs ihr Gerücht nicht endlich bis zu den Ohren eines Gelehrten gedrungen wäre, der, aus welchen Gründen es auch wieder war, ihr Andenken erhalten [224 hätte. Dazu kommt, daſs ich auch von Feuerkugeln bestätigt gefunden habe, was ich S. 209 von den Nordlichtern bemerkte, daſs nämlich auch die verschiedensten Listen derselben, wenn sie nur einerley Reihe von Jahren betreffen, in der Zeit, für die sie das relative Maximum der Erscheinungen setzen, fast beständig zusammenstimmen. Ich habe dies an meiner eignen Liste gesehen, die ich mir darüber entwarf; sobald ich etliche Dreyſsig hatte, blieb die Form im Ganzen nachmals beständig dieselbe, und ist es noch jetzt, wo ich an 109 Tage habe, an denen Feuerkugeln mit und ohne Steine, beobachtet worden sind. Und vorzüglich dieses Verbleiben der Gleichheit ihrer Vertheilung, und die darauf gegründete Hoffnung, daſs, da sie sich so lange erhalten, sie sich auch ferner behaupten werden, ist es, was mich jetzt schon wagen läſst, den Resultaten daraus allgemeinere Gültigkeit zuzutrauen.

Ich mache also geradezu den Anfang damit, indem ich zeige, daſs die Feuerkugeln, sammt

den damit öfters verbundenen und beobachteten Steinfällen im Ganzen die nämliche 9- bis 10jährige Periode halten, welche wir bey den Nordlichtern antrafen.

Ich will zunächst nicht weiter zurückgehen, als bis zu der Zeit, von welcher an S. 212 die Tabelle über die Nordlichter beginnt. Ich werde von ihr an eine ähnliche für die Feuerkugeln entwerfen. Die Maxima der Nordlichter fielen jederzeit zwischen die Zeit des Maximums und die des Minimums 225] der Schiefe der Ekliptik, die der Minima um und in die Zeiten der letzteren selbst. Ich werde also jede Zwischenzeiten von $9\frac{1}{3}$ Jahren zwischen letzteren in 4 Theile theilen, die 2 mittleren davon die Sphäre oder Zeit des Maximums, die 2 äufsern hingegen, oder jenen derselben mit dem an ihn ferner gränzenden gleichen, die des Maximums der Nordlichter, nennen, und die Jahre, welche diese Zeiten abschneiden, der Kürze wegen mit Uebergehung des Bruchs anführen, und daneben bemerken, wie viele Male in dieser Zeit Feuerkugeln gesehen, auch, wie viele von ihnen mit Meteorsteinen begleitet gewesen, oder, wie oft überhaupt solche Steine gefallen. Es versteht sich, dafs ich dabey, wenn auch an einem Tage am selbigen Orte mehrere gesehen wurden oder fielen, oder an verschiedenen Orten es die nämlichen Meteore waren, jederzeit dies nur zu 1 in Rechnung bringen.

Von den obigen bis jetzt gesehenen Feuerkugeln

also, von denen ich Nachrichten gefunden habe, und worunter, (keinen der Sand- oder Schwefelregen mit gerechnet,) 41 mit Steinfällen begleitet waren, treffen in die Zeit von 1719 bis 1803, mit Inbegriff des neuesten Meteors in England vom letzten 13. November, 65 Feuerkugeln mit 27 Steinfällen, auf folgende Weise vertheilt:

[226

| Zeit des Maximums der Nordlichter. | Feuerkugeln. | Steinfälle. | Zeit des Minimums der Nordlichter. | Feuerkugeln. | Steinfälle. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1719—24 | 3 | — | 1724—29 | — | — |
| 1729—34 | 1 | — | 1734—38 | — | — |
| 1738—43 | 2 | — | 1743—48 | — | — |
| 1748—53 | 9 | 4 | 1753—57 | 4 | 1 |
| 1757—62 | 5 | 1 | 1762—67 | 1 | 1 |
| 1767—71 | 8 | 5 | 1771—76 | 1 | — |
| 1776—81 | 4 | 2 | 1781—86 | 4 | — |
| 1786—90 | 5 | 4 | 1790—94 | 2 | 1 |
| 1794—99 | 8 | 5 | 1799—804 | 8 | 2 |
| In 42 Jahren des Maximums also: | 45 | 22 | In 42 Jahren des Minimums aber nur: | 20 | 5 |

Die Zeit des Maximums der Nordlichter, ist also, und über allen Zweifel erhoben, zugleich die des Maximums der Feuerkugeln, und so fallen auch die Minimums beyder auf einerley Zeit.

Zugleich liefert diese Tabelle noch ein anderes merkwürdiges Resultat. In der Summe der Jahre

der Maxima nämlich waren die Feuerkugeln bedeutend häufiger mit dem Fall von Steinmassen begleitet, als in denen der Minima; 22 auf 45 ist mehr, als 5 auf 20, und nach Verhältnifs hätten die letzteren 20 wenigstens von 9, statt 5, begleitet seyn sollen. Auch wird nicht etwa bey der geringeren Zahl durch ein gröfseres Totalgewicht der gefallenen Massen die gröfsere Zahl der in Zeiten des Maximums gefallenen aufgewogen, vielmehr im Gegentheile steht das ungefähre Totalgewicht der 5 zur Zeit der Minima vorgefundenen Steinfälle zu 20 in einem bey weitem geringeren Verhältnifs, als das der 22 in die Zeit der Maxima treffenden zu 45; wie ein Blick auf Chladni's Verzeichnifs, (s. Annal. B. XV. S. 308.,) sogleich lehrt.

Ich habe in den Annalen, B. XV. S. 212. die 9- bis 10 jährige Periode der Nordlichter, aus S. 210 angegebenen Gründen, nur bis ungefähr 1719 zurück aufstellen können. Gewifs ging sie aber, selbst in den Zeiten des gänzlichen Weggebliebenseyns dieser Phänomene bey uns, als wenigstens gröfsere und geringere Mühe seiner Möglichkeit, dennoch fort, so gut, als wir oben sahen, dafs sie zu Manchester sich noch factisch erwies, als bey uns seit längerer Zeit nichts mehr zu sehen war. 227] Ich habe es gewagt, sie bis auf den Fall der Ensisheimer Masse 1492 zurück zu verfolgen, und das Resultat davon war, dafs, um bey Chladni's Verzeichnifs zu bleiben, von den 13, — oder, wenn man die grofse Feuerkugel von 1676, von welcher nach der Explosion bey Livorno die Stücken mit ei-

nem Geräusch, als wenn glühendes Eisen in Wasser gelöscht würde, ins Meer fielen, (s. CHLADNI über den Ursprung der von PALLAS gefundenen und anderer ihr ähnlichen Eisenmassen. 1794. S. 9.,) mit gröfster Wahrscheinlichkeit ebenfalls für einen Steinfall rechnet, — von den 14, welche sich von 1492 bis 1706 ereigneten, 9 innerhalb Zeiten der Maxima, und nur 5 in denen der Minima, Statt hatten; von welchen letztern aber dennoch wieder die 2 beträchtlichsten, der von Verona 1672, und der von Ensisheim 1492, nur um ein Jahr von der Zeit des Maximums sind; gerade so, wie es in obiger Tabelle in neuern Zeiten mit den Steinen bey Siena 1794 und denen bey l'Aigle und bey Apt 1803 der Fall ebenfalls ist. Sogar, wenn man der Rechnung so weit zurück trauen darf, der Steinfall von 1304 bey Friedland in Brandenburg, fällt in die Zeit eines Maximums.

Tage blofser Feuerkugeln, (ohne Steine,) sind mir für die Zeit von 1492 bis 1719 nur 11 bekannt geworden. Merkwürdig und dem Vorigen ganz angemessen aber ist es wieder, dafs in die Zeiten der Maxima, wo 9 Mal Steine fielen, nur 5 Mal blofse Feuerkugeln erschienen, während auf die 5 Steinfälle im Minimum 6 Mal solche kamen. [228

Sie sehen also, wie, aufser dem, dafs sich das Gesetz obiger Periode bis auf die ältesten Zeiten herab, vollkommen bestätigt, die Beobachtungen aller dieser Zeiten noch ein zweytes Gesetz geben, nämlich: **In den Zeiten der Maxima war ei-**

nerley Anzahl Feuerkugeln beständig mit weit mehr und zugleich bedeutenderen Steinfällen begleitet, als in denen der Minima. Kaum kann sich dies an einer Zeit so schön ausweisen, als an der neuesten von 1794 bis 1804. Von 1794—1799 erschienen 8 Feuerkugeln, von denen 5 mit Steinen begleitet waren; und dies war eine Zeit des Maximums. Gleich darauf, 1799—1804 erschienen wiederum 8 Feuerkugeln, aber nicht 5, sondern nur 2 davon, sind mit Steinfällen begleitet: und dies ist eine Zeit des Minimums. Zugleich sehen Sie aus dem Verhalten beyder Jahresläufe zu einander, daſs in der neuen Zeit des Maximums von 1804 bis 1809 wir wieder sehr viele Feuerkugeln und Steine zu erwarten haben, da schon das vorhergehende Minimum, ob es gleich dem früheren Maximum bedeutend nachstand, so fruchtbar an dergleichen gewesen ist. Wir dürfen also mit Grunde hoffen, nach 5 bis 6 Jahren, da jetzt die Aufmerksamkeit einmal darauf gerichtet ist, in der Kenntniſs dieser Meteore aus unmittelbarer Beobachtung, um ein Beträchtliches weiter zu seyn.

Wir haben bis jetzt die Feuerkugeln u. s. w. mit den Nordlichtern in ihrer gröſseren Periode, der von 9 bis 10 Jahren, zusammenstimmen sehen. Wir untersuchen jetzt, ob sie auch die kleinere jährliche mit einander gemein haben. Welchen Gang die Nordlichter zur Zeit ihrer Erscheinung das Jahr hindurch im Allgemeinen behaupten, ist bekannt. Sie erscheinen zu allen Jahreszeiten, am häufigsten

aber vor und um die Frühlings- und um und nach der Herbstnachtgleiche.

Ich setze hier die monatliche Vertheilung, in welcher Mairan 229 ihm bis 1731 bekannte [229 Nordlichter fand, und zugleich in der nämlichen Tabelle die monatliche Vertheilung von 1303 Nordlichtern, als so viele ich bey Verfassung meines letzten Schreibens vor mir hatte, her, und mit der nämlichen Reduction des alten Stücks, wo er Statt hatte, auf den neuen, wie bey Mairan. Da mein Verzeichniſs weit reicher ist, so werden seine wenig von den Mairan'schen abweichenden Resultate desto zuverlässiger seyn können.

| Januar. | Februar. | März. | Aprill. | May. | Junius. | Julius. | August. | September. | October. | November. | December. | Summe. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 27 | 22 | 12 | 1 | 5 | 7 | 9 | 34 | 50 | 26 | 15 | 229 |
| 107 | 139 | 165 | 121 | 30 | 22 | 38 | 86 | 175 | 188 | 132 | 106 | 1303 |

Die beyden Maxima fallen nach beyden Reihen ziemlich in dieselbe Zeit. Zugleich zeigen beyde Reihen, wie das Herbstmaximum in beträchtlichem Ueberschusse über das Frühlingsmaximum steht.

Auch die Feuerkugeln und die damit gefallenen Steinmassen behaupten diese Maxima, und zugleich mit dem nämlichen Uebergewichte des herbstlichen über das im Frühlinge.

Von 85 Feuerkugel . . . . – Erscheinungen ist mir der Tag, oder wenigstens der Monat, bekannt, und 35 davon waren mit Steinmassen begleitet. Folgendes ist das Schema ihrer Vertheilung:

230]

| Monat. | Januar. | Februar. | März. | April. | May. | Junius. | Julius. | August. | September. | October. | November. | December. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Feuerkugeln. | 3 | 4 | 8 | 4 | 8 | 7 | 11 | 7 | 7 | 8 | 14 | 4 |
| Steinfälle. | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 |

Diese Tabelle spricht die Erreichung ihres Zwecks noch deutlicher aus, wenn ich bemerke, daſs von den 8 im März erschienenen Feuerkugeln 7 vor die Nachtgleiche und nur eine einzige nach derselben, die 4 damit verbunden gewesenen Steinmassen hingegen alle dergestallt vor dieselbe fallen, daſs die ihr am nächsten befindliche doch 9 volle Tage von ihr entfernt bleibt. Vom Herbstmaximum ist sein Fall hinter die Nachtgleiche von selbst deutlich genug. Und eben so das bedeutende Uebergewicht des letztern über das erste; alles genau, wie bey den Nordlichtern.

Aber obige Tafel giebt, auſser den beyden angeführten mit denen des Nordlichts correspondirenden Maximis, noch eines, was die Nordlichter nicht beobachten: das im Sommer, und zwar entschieden im Julius. Dies scheint eine Ausnahme zu machen, — ohne doch im Grunde eine zu seyn.

Erinnern Sie sich an das, was ich, Annalen, B. XV, S. 222 — 226, über den Verkehr zwischen Feuerkugeln und Gewittern anführte. Bedenken Sie, daſs ohnedies Gewitter für den Sommer sind, was Nordlichter für den Winter, so daſs starke Nordlichterjahre, des Sommers im Ganzen auch starke Gewitterjahre sind *); daſs ferner Nordlichter mit Gewittern in so nahem Verhältnisse des sich gegenseitigen Vertretens stehen, daſs jene um so häufiger, diese um so seltener, je nördlicher, jene aber um [231 so seltener, und diese um so häufiger, je südlicher das Land ist, so daſs zuletzt den südlichsten, d. i. den der Linie nächsten, Gegenden bloſs Gewitter übrig bleiben. Ferner, daſs man in Deutschland und minder nördlichen Ländern, soviel mir noch vorgekommen ist, nie Nordlichter am Abend gesehen hat, wenn am Tage Gewitter waren, so daſs mit der Constitution der Atmosphäre für letzteres, auch die für die ersteren erschöpft war, und selbst in sehr nördlichen Gegenden, wie Petersburg, in 18 sonst sehr reichen Nordlichterjahren, (1726 bis 1743,) nur 2 Mal nach Gewittern am Tage, Abends, und sehr schwaches, Nordlicht erschien, und dies noch dazu im Winter, wo doch die Nordlichter zu Hause sind **). Ferner, daſs eine Menge Beyspiele vorhanden sind,

---

*) Vergl. Pilgram's Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde. 1788. S. 428.

**) Krafft. Vergl. Annalen, B. XV. S. 210. Anmerk.

wo am einen Orte zur nämlichen Stunde starkes Gewitter war, wo am andern, sehr weit davon entfernten, mehr oder weniger nördlichen, keines, sondern Nordlicht, erschien, daſs es also Eine und Dieselbe Constitution zu seyn schien, die sich zur nämlichen Zeit am einen Orte durch Gewitter, am andern durch Nordlicht, erschöpfte. Nehmen Sie dies Alles, was ich, wenn es nöthig wäre, noch mit weit Mehrerem bestärken könnte, zusammen, und es bleibt kein Zweifel mehr übrig, daſs nicht Eine groſse Ursache sich mit gesetzmäſsigen Schwankungen der Intensität für eine oder die andere Wirkungsäuſserung durch das ganze Jahr hindurchziehe, und so in ihrer temporären Erschöpfung sich, nur nach Umständen, am einen Orte oder zur einen Zeit, als Nordlicht, am andern oder 232] zur andern Zeit als Gewitter, zeige. Nun hat uns aber das Vorige schon bestimmt genug belehrt, daſs diese nämliche groſse Eine Ursache sich in ihren Wirkungen auch als Feuerkugel, (mit oder ohne concretes Product,) veräuſsern könne. Es folgt also jetzt gleichsam von selbst, daſs diese Art ihrer Wirkungsäuſserung eben so gut zur Zeit der Nordlichter, als zur Zeit des Gewitters, Statt, folglich beyder Maxima zu halten, haben könne, und die obige Tabelle zeigt blos, daſs dies wirklich der Fall ist.

---

Doch wir können der Sache noch näher kommen.

Wenn Feuerkugeln . . . . durch das Nämliche begründet sind, wodurch Nordlichter und Gewitter; wenn Gewitter im Allgemeinen selbst wieder des

Sommers um so häufiger und heftiger sind, je häufiger und stärker Nordlichter des Winters: so folgt abermals von selbst, daſs, wo wenig Nordlichter sind, folglich auch das Totalmoment der Gewitter geringer ist, doch nie so gering, daſs sie ganz wegfallen, sie also in Zeiten der Minima jener nach Verhältniſs noch ein merkliches Uebergewicht über das Nordlicht behaupten, auch in Zeiten dieser Minima, die im Sommer erscheinenden Feuerkugeln . . . . ein bedeutendes Uebergewicht über die im Winter oder der jährlichen Heimath der nun nicht oder sehr wenig erscheinenden Nordlichter, haben müssen.

Aber was giebt auch hier wieder die genauere Nachsicht? — Ich habe alle seit 1719 erschienenen mir dem Tage oder Monate nach bekannten Erscheinungen von Feuerkugeln und Steinen, 57 an der Zahl, in eine Tabelle gebracht, in deren einer Hälfte sich alle in Zeiten der Maxima, in der andern sich alle in Zeiten der Minima fallenden, nach den Monaten geordnet befinden. Hier ist sie:

| Monate. | | Januar. | Februar. | März. | April. | May. | Junius. | Julius. | August. | September. | October. | November. | December. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| In Zeiten der Maxima. | Feuerkugeln überhaupt. | — | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 1 | 4 | 2 | 7 | 3 |
| | Steinfälle. | — | 2 | 2 | — | — | 2 | 3 | 1 | 2 | — | 2 | 2 |
| In Zeiten der Minima. | Feuerkugeln überhaupt. | — | — | — | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 | 2 | — |
| | Steinfälle. | — | — | — | 1 | — | 2 | 1 | — | — | 1 | — | — |

Nehmen Sie jezt die 6 Monate zusammen, in die der Sommer fällt, so die, in welche der Winter fällt, und addiren Sie. Sie erhalten von neuem folgende Tabelle:

| | | | Feuerkugeln. | Steinfälle. |
|---|---|---|---|---|
| Von 1719 bis 1804. | In Zeiten der Maxima. | April bis September. | 19 | 8 |
| | | October bis May. | 20 | 8 |
| | In Zeiten der Minima. | April bis September. | 13 | 4 |
| | | October bis May. | 5 | 1 |

Was aber wollte ich damit? — 13 ist kleiner als 19, 5 kleiner als 20. Und steht demungeachtet 5 zu 13 nicht in weit kleinerem Verhältniſs, als 20 zu 19? — Hat nicht zur Zeit der Minima die Zahl der Erscheinungen im Sommer ein groſses Uebergewicht über die Zahl derer im Winter, und ist dasselbe nicht weit gröſser, als das zur Zeit der Maxima, (um so mehr, da, wenn 1 anders einen Ausschlag geben darf, hier sogar das Umgekehrte Statt hat?) Mit den Steinfällen ist es das nämliche!

Auch können Sie nicht sagen: 6 Monate für die des Sommers genommen, seyen zu viel, und 6 dem Winter zu wenig. Ich räume jenem wirklich nur 4, diesem damit 8 Monate ein, und doch ist mein Beweis noch nicht geschwächt, denn Sie behalten immer noch:

| | | Feuerkugeln. | Steinfälle. |
|---|---|---|---|
| In Zeiten der Maxima. | May bis August. | 14 | 6 |
| | September bis April. | 25 | 10 |
| In Zeiten der Minima. | May bis August. | 10 | 3 |
| | September bis April. | 8 | 2 |

Also 10 : 8 > 14 : 25, und eben so 3 : 2 > 6 : 10.

Ich denke jetzt gethan zu haben, was man von mir fordern konnte, sobald ich mich überhaupt auf Untersuchungen durchgeführter Art einließs. Ich habe nicht nöthig, den allgemeinen Zusammenhang zwischen Magnetismus, Nordlicht, Feuerkugeln, Gewittern, u. s. w., zu wiederholen, den ich durch alles Frühere der allgemeinen Aufmerksamkeit würdig zu

machen suchte. Die Art, wie es geschah, wird ihn überall gegenwärtig erhalten haben.

Aber es ist noch ein Punkt, den ich mit diesen Untersuchungen, besonders mit den in diesem Briefe Ihnen mitgetheilten, beabsichtigte, oder eigentlicher: den sie als Resultat mit sich brachten, und zwar, wenn ich nicht irre, ein sehr wichtiger. Sind nämlich Feuerkugeln, und also auch der Fall der mit ihnen so oft erschienenen Steinmassen, dem Magnetismus, oder näher, der allgemeinen Ursache der Nordlichter, Gewitter, u. s. w., als lauter irdischer Meteore, so genau verbunden, als die ganze vorige Betrachtung es aufzeigte; ist diese allgemeine Ursache, man nenne sie Magnetismus, oder wie man wolle, selbst eine der Erde inhärirende, eine irdische: so folgt nothwendig, dafs auch jene Feuerkugeln Phänomene des Zusammenwirkens irdischer Kräfte, tellurischer Processe, und die mit ihnen so häufig erschienenen Stein- oder Eisenmassen Producte solcher tellurischen Processe, und da sich diese in der Atmosphäre, und in unserer, zutragen, Atmosphärilien, und irdische, im strengsten Sinne des Wortes, seyen *), — und diese darauf führende Untersu-

---

*) Man vergleiche hiermit, was BENZENBERG in seinem Schreiben an OLBERS, (Annalen, B. XIV. 233] S. 46. u. f.), aus dem periodenweisen Erscheinen der Sternschnuppen für den Ort ihrer Herkunft folgert, so wie überhaupt mit mehrerem im Obigen die ganze Stelle S. 48—49, (a. a. O.) — Ich

chung wird sich von andern dadurch unterscheiden, dafs sie die erste war, welcher bis jetzt, auf welche Weise es auch sey, ein Beweis dafür möglich war.

Auch erscheint er zu einer Zeit, wo er [233 gerade am nöthigsten ist, indem der für den etwaigen Nothfall hingeworfene Gedanke eines berühmten Mannes, dafs jene Massen allenfalls auch Auswürflinge des Mondes seyn könnten, Berechnungen der Möglichkeit solcher, Mode gemacht hat, die mehreren, nach einem sehr gewöhnlichen „man weifs nicht wie", zum Glauben der offenbaren Gewifsheit geworden ist. Diese haben aber vergessen, dafs sie zum mindesten dabey dem Monde dasselbe Projectionsvermögen zutrauen, was sie allenfalls der Erde beylegen könnten, und dafs sie dann doch noch Mond und Erde aufs härteste verwechseln. Es wäre vielleicht eine nicht unmögliche, und deshalb nur um so mehr von einem ihr Gewachsenen zu wünschende Untersuchung, ob irgend ein Weltkörper im Stande sey, eine Projection auszuüben, vermittelst welcher der projicirte Körper bis in die vorherrschende Schwersphäre eines andern Planeten . . . . übergespielt würde. Ich glaube, mit mehreren Gründe zu

---

mufs bedauern, dafs ich vor Absendung obigen Briefes nicht Herrn Benzenberg's Schrift über Sternschnuppen selbst habe zu Gesicht bekommen können. Wahrscheinlich hätte ich ihr manche Zusätze, Bestätigungen, und Gelegenheit zu weitern Ausführungen, zu verdanken gehabt, die ich jetzt vorbey lassen mufs.

haben, die ein verneinendes Resultat versprechen, also alle Berechnungen jener Art, wie groſs und nicht gröſser die Geschwindigkeit eines vom Monde ausgeworfenen Körpers im ersten Augenblicke, in der ersten Sekunde, zu seyn habe, damit dieser Körper bis dahin gelange, wo er der überwiegenden Schwere der Erde gehorchen muſs, nur 234] ansehen zu dürfen als die eine Hälfte einer Untersuchung, deren anderer Theil den Beweis enthalten möchte, daſs dennoch eine solche und nicht gröſsere Geschwindigkeit lunarisch unmöglich sey; welcher Beweis dann, allgemein geführt, dem unsrigen des tellurischen Ursprungs oben erwähnter Stein- und Eisenmassen, auch ehe wir ihn so geführt hätten, als es geschehen, neue Nothwendigkeit geben würde.

Und so wollen wir einer noch ganz anderen Frage, der nämlich, ob, wenn wirklich Körper vom Monde mit jener verlangten Kraft könnten ausgeworfen werden, diese auch überhaupt beym Uebergange aus seiner Sphäre in die der Erde, sich als Körper erhalten, Körper bleiben, solche vom Monde aus also, und noch dazu als concrete Masse, überhaupt nur bey uns anlangen könnten, vor der Hand gar nicht erst einmal weiter gedenken.

So wenig fürs Eine, und so viel fürs Andere, kehren wir also ruhig zu unserer Ansicht zurück, um, einmal des glücklichen Erfolges gewohnt, desselben ferner zu genieſsen.

Feuerkugeln sollen tellurischen Ursprungs,

die gefallenen Steine und Eisenmassen Producte at-
mosphärischer Processe seyn. Die Periode, welche
die Erscheinung beyder behauptet, ist für allererst
Periode des Procefses, welcher sie begründet. Die
gefallenen Massen waren mit Feuerkugeln begleitet;
dadurch sind sie überhaupt auf solche angewiesen.
Mehrere Feuerkugeln gab es, die bey ihrer Explo-
sion blofs *wahrscheinlich* auch Massen fallen
liefsen, wie z. B. die von 1676 bey Livorno. An-
dere hingegen verschwanden unter Umständen, wo
man *höchst* wahrscheinlich die Masse, die sie etwa
fallen liefsen, hätte finden *müssen*, dennoch aber
*keine* fand. Bey wieder andern *fand* man welche,
aber sie stand mit der Gröfse des Meteors in nur klei-
nem Verhältnifs. Abgerechnet, was der Zufall ma-
chen konnte, bleibt also noch immer die näm- [235
liche Frage übrig, die ich *Annalen*, B. XV, S. 225.
schon aufwarf, ob nämlich denn aus einem gänzli-
lichen Mangel an gefundener *concreter Masse*,
deren Gegenwart ja allein bisher die Bedingung war,
unter der man, bey der *Art*, *wie* man suchte, fin-
den konnte, ein gänzlicher Mangel *aller und je-
der* Masse, *jedes irgend körperlichen* Pro-
ducts, folge? — Offenbar ganz und gar nicht! *Alle
und jede* noch gefallene Massen sind auch *zum
wenigsten* der Zerstreuung zu *Staub* und
*Dampf* fähig, und es ist einleuchtend, dafs es wirk-
lich dazu kommen müsse, wo nur einigermafsen bey
ihrer Bildung die Kraft dazu eintritt. Eben so, dafs,
wenn des Gebildeten nur wenig, es am ehesten auch
*ganz* einer solchen Zerstreuung ausgesetzt war,
folglich auch die Bedingung eines *mechanischen*

Findens, wie das, welches bisher nur Statt hatte, gänzlich fehlte; im Gegentheil aber, wenn das Gebildete einen dem äuſsern Moment seiner Bildung u. s. w. entsprechenden Grad übertraf, es im Maaſse dieses Ueberschreitens desselben auch jener Zerstreuung . . . . nicht mehr unterworfen war, in soweit folglich concrete Masse, und damit findungsfähig bleiben konnte. Ersteres wird der Fall seyn, je geringer das innere Moment, die Energie des Processes der Bildung jener Körper, letzteres, je höher dasselbe ist. Aber zur Zeit der Maxima ist letzteres gröſser, zu den Zeiten der Minima ersteres kleiner, wie es in der Natur der Sache, sobald sie überhaupt da ist, (wie sie es ist), von selbst liegt. Das Frühere zugegeben, folgte also unmittelbar, daſs im Allgemeinen zur Zeit der Maxima mehr Feuerkugeln mit Steinfällen, und somit auch mit mehr Möglichkeit eines Findens, also auch mit mehr wirklichem Finden, dieser Steine, begleitet gewesen seyn müſste, als zur Zeit der Minima. Dies aber ist es eben, was wir oben gleich bey der ersten Tabelle über die seit 1719 aufgezeichneten Feuerkugeln . . . . bemerkten, und sogleich weiter ausführten. Man sieht also in der Begründung dieser Meteore offenbar einen Proceſs, und zwar einen durch irdische Gesetze regierten, der bald schwächer, bald stärker, folglich bald weni-
236] ger, bald mehr, seine Producte als concrete Massen zurückzulaſsen genöthigt ist.

Noch mehr: wenn zur Zeit der Minima der Nordlichter im Winter, auch das Gesammtmoment de

Gewitter im Sommer in Allgemeinen schwächer ist, als zur Zeit der Maxima jener, (wie oben gezeigt worden,) und ferner Feuerkugeln . . . . genöthigt sind, auch diesen Gang im Allgemeinen, (wie ebenfalls aus dem Ganzen hervorging,) mit zu halten, und dieser Gang zu gleicher Zeit zur Geschichte der Intensität der Processe wird, deren Phänomene sie sind: so folgt, daſs wiederum in den jährlichen Perioden, 1) in den Zeiten der Maxima auf eine gegebene Anzahl Feuerkugeln im Sommer mehr Steinmassen gefallen seyn müssen, als zur Zeit der Minima im Sommer; 2) daſs dasselbe für den Winter Statt habe; und damit 3) daſs der zweyte Fall den ersten überwiege. Ich bitte Sie aber, bloſs einen Blick auf die letzte nach den Jahreszeiten entworfene Tabelle von Feuerkugeln und Steinmassen zurück zu thun, um das Geforderte aufs Schönste wiederzufinden. Ja ich darf Ihnen selbst die Tabelle zulassen, wo ich, um alles zu thun, zum Sommer nur 4, zum Winter aber 8 Monate, nahm, und Alles bleibt noch eben so. —

Wir sahen die Feuerkugeln wie die Nordlichter eine Periode von 9 — 10 Jahren halten, von der wir früher fanden, daſs sie nothwendiges Zweytheil einer magnetischen von $18\frac{2}{3}$ Jahren, und damit selbst magnetische, sey. In Hinsicht ihrer Vertheilung auf die verschiedene Zeit des Jahres, entsteht für sie eine jährliche Periode, die sich, wenn auch nicht durchgängig im Einzelnen, doch im Ganzen behauptet, und daran erinnert, daſs auch beym Magnetismus eine jährliche vor-

kommt. Ohne indeſs hier ein näheres Detail zu wagen, als wozu noch mehrere Elemente fehlen möchten, bemerke ich bloſs, daſs sowohl die beyden Maxima der Nordlichter, als das der Gewitter, und wieder somit auch die jährlichen drey Maxima der Feuerkugeln sämmtlich in die westliche Präcession der Nadel fallen, (als welche jährlich 9 Monate *), während die östliche nur 3, dauert). Wenn erst eine Reihe magnetischer Abweichungsbeobachtungen, die viele Jahre in sich faſst, und dabey die jährlichen Perioden in den gröſseren so schön darstellt, als die Cassini'schen die ersteren allein **), so wird diese Bemerkung vielleicht interessanter werden, und selbst die Anomalieen im Einzelnen einem Gesetz unterwerfen ***).

---

*) Vergl. Cassini in Gren's Journ. d. Phys. B. VIII. S. 445.

**) A. a. O. Taf. VI.

***) Merkwürdig ist noch der jährliche Wechsel zwischen Gewitter- und Nordlichtconstitution der Atmosphäre. Jene beginnt in der Regel mit dem jährlichen Rückgehen der Nadel nach Osten, erreicht ihr Maximum, nachdem jene es bereits erreicht hat, und schon wieder auf dem Wege nach Westen begriffen ist, und hört auf, sobald, die Nadel wieder beym Maximum der vorjährigen Westlichkeit angekommen. Diese hingegen beginnt damit, kommt während des fernern Gehens der Nadel nach Westen zwey Mal zum Maximum, das letzte Mal früher, als die Nadel ihr nunmehriges westliches erreicht, und geht bey

Auch eine tägliche Periode hält die Na- [237
del *). Daſs Nordlichter wie Gewitter, ebenfalls eine halten, erhellt schon daraus, daſs beyde die Abendhälfte des Tages zu ihrer Erscheinung vorziehen. Selten hielt ein Nordlicht weit über Mitternacht an; eben so die Gewitter. Doch lieſse sich für erstere hier nur aus genauen Beobachtungen in groſser Nähe des Pols etwas bestimmtes entscheiden, die mir aber so eben fehlen. Für das Gewitter ist die mittlere Zeit des täglichen Maximums ausgemacht die des Nachmittags. Ob auch Feuerkugeln im Ganzen eine Zeit des Tages der anderen vorziehen? — und welche? — Wahrscheinlich ist ersteres, doch gestehe ich, daſs ich eben erst jetzt auf diese Frage komme, also noch keine Zusammenstellung der

---

der Umkehr dieser nach Osten wieder in die erstere über; — daſs also die Ellipse, welche die Periode der Nadel im Raume beschreibt, mit ihrer kleinern Hälfte in der Sommerhälfte des Jahres die Ge- [236
witter, mit ihrer gröſsern im Winter die Nordlichter umfaſst. Interessant in Hinsicht auf Mehreres des oben Angeführten ist noch ganz besonders die Bemerkung Pilgram's (a. a. O. S. 411.), daſs zu den Zeiten seiner Beobachtungen nie mehrere Donnerwetter bey Nacht kamen, (auf 41 überhaupt, 15), als im August, demselben Monate, der gerade mehr als die übrigen die Uebergangszeit der Gewitter in Nordlichter ist; als wäre hier die Natur gleichsam im Fall gewesen, im Ausdrucke des einen und selben Processes am häufigsten Verwechselungen ausgesetzt zu seyn.

*) Cassini, a. a. O. S. 440.

Feuerkugeln und Steinmassen nach den **Stunden** ihrer Erscheinung, wo sie bekannt sind, vorgenommen habe, auch würde sich im besten Falle wahrscheinlich nur für die Zeit des helleren Theils des Tages etwas ergeben, da mehrere nächtliche Beobachtungen aus dem einfachen Grunde fehlen mögen, weil die Beobachter schliefsen. Der Mangel jener Zusammenstellung ist also nicht so grofs, und ich begnüge mich blofs, auch auf eine tägliche Periode jener Meteore aufmerksam gemacht zu haben, da sie zur Vollständigkeit offenbar gehört, und durch das Uebrige gefordert wird.

Nordlichter, wie Gewitter, selbst wenn ein mittleres von ihnen, wie Wilke (vergl. **Annalen**, B. XV. S. 213.) von ersteren allerdings vermuthete, der jährlichen, also auch der täglichen Variation der Nadel so eben correspondirte, stören doch, wenn bey- [238 des das Maafs überschreitet, diese. Von **Feuerkugeln** sollte man, nach Allem, das Letztere gleichfalls vermuthen, und zwar, da sie im Bezug auf jene, Maxima, zu denen es eine und dieselbe Ursache jener und dieser in ihren Wirkungen bringen kann, scheinen, von jeder. Von Verzeichnissen aller Anomalien der Nadel in einer Reihe von Jahren habe ich nur das van Swinden'sche von 1771 bis 1781 vor mir. Auch fällt in diese ganze Zeit nur eine der mir aus ihr bekannten Feuerkugeln in einige Nähe von van Swinden's Beobachtungsorte, (Franecker,) die am 17. Julius 1771 zu Paris gesehene. In der That aber hat van Swinden *) an

---

*) S. dessen *Analogie de l'Electricité et du*

diesem Tage, wo im ganzen Monat kein Nordlicht erschien, 2′ östliche Anomalie, und noch am fünften Tage war die Nadel, nachdem sie vorher noch weit unruhiger gewesen, nicht wieder in Ruhe. Ich finde in den ganzen 12 Jahren der Tabelle keinen Monat wieder, wo die Nadel 5 Tage nach einander so anhaltend unruhig gewesen wäre, selbst nach Nordlichtern nicht; das höchste ist 3 Tage *).

Ich habe im Vorigen nur die Perioden der Feuerkugeln . . . ., welche ich nach Anleitung der ausgemachteren magnetischen für sie vermuthen durfte, durchgehen können. Offenbar giebt es aber noch mehrere. Schon jetzt z. B. habe ich deutliche Spuren von einer, wenn ich nicht irre, Mond- monatlichen; eben so von einer sehr grofsen, die mit den allgemeinen Perioden [239 des langen Daseyns und des langens Ausbleibens der Nordlichter und den damit verbunden scheinenden gröfseren Störungen der 18⅔jährigen Periode der Magnetnadel, (vergl. Annalen, B. XV. S. 216—218.,) zusammenfällt. Ueber beyde indefs mag ich vor der Hand noch nichts entscheiden, da für letztere in ältern Zeiten die Beobachtungen zu mangelhaft sind, und für die erstere sie erst in den neuesten Zeiten zu einiger Vollständigkeit gelangt sind.

---

*et du Magnetisme, à la Haye. T. III.* 1785. p. 255.

*) Ob nirgends Beobachtungen vom 12 November 1799 vorhanden seyn mögen? —

Je gröſser aber der Zeitraum, den man zur Uebersicht hat, ist, desto mehr werden die gefundenen Mittel sich den wahren nähern müssen.

Noch habe ich einiger Erscheinungen nicht gedacht, welche Mehrere, wie z. B. Izarn, mit denen aus den Meteorsteinen unter eine Rubrik gebracht, Andere aber, wie Chladni, wieder davon ausgeschlossen haben: der Schwefelregen. Auch ich habe sie oben auf keine Weise mit in Rechnung gebracht. Was indeſs doch auf sie aufmerksamer machen kann, auf den Fall, daſs sie etwan einmal von neuem vorkämen, ist, daſs alle von Izarn bemerkten, die von 1646, 1658 und 1721, ja selbst der visköse Regen zu Irland 1695, und der Sandregen auf dem atlantischen Meere 1719, in Zeiten der Maxima der 9 bis 10jährigen Periode der Feuerkugeln u. s. w. treffen. Was man für Schwefel hielt, könnte zuweilen auch Eisenocher gewesen seyn, und wer weiſs, was wir jetzt schon von jenem Sandregen halten würden, wenn wir bloſs wüſsten, wie der Sand ausgesehen hätte.

Ueberhaupt wäre zu wünschen, daſs man einmal alle Niederschläge aus der Atmosphäre, vorzüglich das Regenwasser, mehrerer Aufmerksamkeit würdigte. Gar dessen nicht zu gedenken, was dasselbe gewöhnlich schon enthält, sind eine Menge zum Theil sehr glaubwürdiger Nachrichten über Nie-
240] derschläge fremder Stoffe mit dem Regen vorhanden, wovon ich hier bloſs die erste beste, die mir in die Hände fällt, die Beobachtung Lambert's, erwähnen will, welcher am 15. October 1755, also wenige

Wochen vor dem Erdbeben zu Lissabon, nachdem am Tage starker Heer- oder Sonnenrauch gewesen, Wasser, welches von einem Regen gegen Abend in einem mäſsigen Gefäſse aufgefangen wurde, nach einiger Zeit einen fingerhohen Schlamm absetzen sahe*). Zeiten häufiger Erdbeben aber sind gewöhnlich voll von Meteoren; selbst der 12. November 1799 war der Begleiter von einem, und häufig gehen sie still vorüber **). Wie leicht konnte der Gehalt jenes Regens Folge eines solchen, wenigstens der letzten Art, seyn. —

Aber ich breche ab. — Vergessen Sie nicht, daſs ich zu wiederholen habe, was ich schon in meinem letzten Briefe S. 219 bekannte. Auch fehlt noch mehreres zu der Vollständigkeit, welche die erste Anlage forderte. Ich habe indessen gleich anfangs erinnert, daſs ich diesmal bloſs bey den Feuerkugeln und Meteorsteinen stehen bleiben wollte. Was noch zurück ist, soll nicht zurückbleiben. Bey nächster Gelegenheit, daſs ich wieder auf den Gegenstand zurückkommen kann, werde ich es nachholen, die Möglichkeit dazu, sofern sie in der Sache begründet ist, liegt schon vor mir. Auch darf ich das Gebiet selbst bald erweitern, um so den Gesichtspunkt nach und nach immer klärer zu bezeichnen, aus welchem ich, und gewiſs noch Mancher

---

*) S. Bergman's Phys. Beschreib. der Erdkugel. 2te Aufl. B. II. S. 61. *m.*

**) Vergl. Bergman a. a. O. S. 79.

mit mir, die Ereignisse der gröſseren Natur geschichtlich angesehen wünschte. Dann wird es immer mehr gelingen, so wie wir schon aus selbst geschaffenen Versuchen den Erfolg neuer mit Zuverlässigkeit vorhersagen, auch aus den gröſseren von der Natur selbst unternommenen, nachdem uns das Princip davon bekannter ist, diejenigen, die sie nun zunächst, oder zu irgend einer künftigen Zeit, aus eigner Consequenz zu unternehmen gezwungen seyn wird, vorauszusehen, um so uns, wie nun lange genug im R a u m e, endlich auch in der Z e i t, und immer mehr, zu orientiren.

Zu den Phänomenen, deren Stand unter dem Gesetze der Zeit ich mich oben bereits noch darzulegen verband, gehörte unter andern der e l e c t r i s c h e P r o c e ſs, wie wir i m K l e i n e n ihn üben. Zu seiner Bearbeitung in dieser Hinsicht ist nichts so geschickt, als die V o l t a i s c h e S ä u l e. Ich bin bereits ziemlich weit damit gekommen, und die
241] Entdeckungen, welche ich hier machte, sind es gewesen, welche mich auf obige Untersuchungen leiteten. Daſs ich letztere zuerst veräuſserte, geschah, um bey Darstellung ersterer ihre gröſsere Bedeutung bereits vorzufinden, und das Interesse dafür sogleich zu fixiren, was sie früher oder später doch erwecken müssen. Und soviel überhaupt zur Erläuterung davon, wie ich zu Untersuchungen solcher Art, als Sie in diesem und den vorigen Briefen gefunden, als G a l v a n i s t befugt seyn konnte.

---

# XXX.

## Neue Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus; — in Briefen an L. W. Gilbert. Erster Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik: B. XVI. S. 293—335.

### Inhalt.

Ueber die Spannungsreihe der Leiter, und über die Stelle des Palladiums und anderer Metallgemische in ihr. — 1. Verhalten des Palladiums im Galvanismus — Ort desselben in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse — Verschiedene Weisen, Bestimmungen dieser Art vorzunehmen — Jene Spannungsreihe selbst nach ihnen — 2. Verhalten der Metallmischungen zu ihr — Dafs keine einzige Metallmischung den Ort in derselbe besetze, den sie, als ein Mittel ihrer Faktoren, einnehmen sollte — Zickzackförmige Reihen, welche Mischungen zweyer Metalle, bey regulär steigendem Verhältnifse des einen zum andern, bilden — Dafs von je zwey vermischten Metallen sich beständig eines zum characterisirenden aufwerfe — Aeufserst geringe Menge, bey der letzteres dies schon thut — 3. Rückblick auf die electrische Spannungsreihe der sogenannten reinen Metalle selbst — Er-

klärung mehrerer paradoxer Beobachtungen — Neue sonderbare Erscheinungen — 4. Bitte an Chemiker und Metallurgen.

Beylage. Ueber die Erregbarkeit der thierischen Organe durch Galvanismus. — Verschiedene Zustände der Erregbarkeit thierischer Organe — Gesetz ihrer Uebergänge bey der allgemeinen Abnahme der Erregbarkeit — Gleichzeitige Gegenwart mehrerer Zustände an einem und demselben Organe — Verschiedenes Verhalten des nämlichen Organs gegen verschiedene Metallverbindungen in der einfachen Kette — Gegen verschiedene Grade Galvanischer Action überhaupt — Einfluſs des Vorigen, besonders auf die verschiedenen Modificationen der Erregbarkeit durch den Galvanismus — Beweis, daſs der Grund desselben wirklich in den erregbaren Organen selbst enthalten sey — Gegensatz zwischen Streck - und Beugemuskeln — Geschichte der verschiedenen Erregbarkeitszustände bey den verschiedenen Thierklassen — Alles Leben erlischt durch die ganze Thierwelt hindurch in einem letzten Zustande der Erregbarkeit, der für jedes Thier der nämliche ist.

---

Jena, den 1. Januar 1804.

1.

Das Palladium ist, ungeachtet dessen, was man
294] über die Natur desselben bereits weiſs, dennoch, und beynahe um so mehr, eine so höchst sonderbare, und zur Zeit einzige, Erscheinung im Reiche der Metalle, daſs man von allen Seiten aufgefordert ist, durch ihre weiteren Bestimmungen auch für die einstige weitere Aufklärung derselben das Möglichste zu thun. Folgender Beytrag dazu wird Ihnen also um so angenehmer seyn, da Herr

Chenevix selbst mir die Gelegenheit dazu verschaffte, indem er, auf seiner Durchreise am 20. September vorigen Jahres, die Güte hatte, mir sowohl ein sehr schönes Stück von ihm selbst verfertigtes Palladium, als auch ein anderes von dem, das ihm Forster zu London verkauft hatte, zu London verkauft hatte, zu galvanischen Versuchen zu erlauben, die ich vorzüglich über den Ort anzustellen wünschte, welchen das Palladium in der electrischen Spannungsreihe der Metalle . . . . einnimmt. Davy hatte, wie mir Herr Chenevix erzählte, bereits gefunden, daſs es, im Kreise der Voltaischen Säule als Oxygendraht angewandt, im reinem Wasser das Oxygen, (wie Gold und Platina,) ohne sich zu oxydiren, als Gas gebe, auch das Phänomen der Verbrennung desselben vor der Säule beobachtet. Von galvanischer Seite also war nur jene Bestimmung noch übrig, da mit ihr jedes weitere Verhalten im Galvanismus gegeben ist.

Der Wege, Bestimmungen dieser Art vorzunehmen, giebt es vornämlich drey. Ich führe sie sämmtlich an, weil sie theils noch wenig bekannt sind, theils man öfters in den Fall kommt, einen dem andern vorzuziehen, oder erst aus dem einstimmigen Resultate zweyer, oder, wenn die [295 Untersuchung sehr delicat wird, auch aller drey, zu entscheiden. Der erste Weg ist folgender: Man präparirt die unteren Extremitäten, und zwar am besten sehr kleiner und junger Frösche, auf die Art, wie es Fig. 85., [Taf. IV. Fig. 1.], zeigt, und sieht nach, ob, wenn man dem einen Nerven, zum

Beyspiel *a*, mit Zink *e*, den andern *b*, mit Silber *f*, armirt, auch die Schliefsungszuckung bestimmt allein, oder doch ganz vorzüglich, in dem mit dem Zink, und die Trennungszuckung bestimmt allein, oder doch eben so vorzüglich, in dem mit dem Silber armirten Schenkel zugegen ist *). Ist dies, so taugt das Präparat, besonders aber, wenn man so lange wartet, bis bey der Schliefsung *c* bestimmt allein, bey der Trennung *d* ganz allein, zuckt, vollkommen. Man armirt sodann im folgenden Versuche den einen Nerven mit dem zu untersuchenden Körper *x*, den zweyten mit immer einem andern schon seinem Orte in der Reihe nach bekannten Metalle . . . . . Der Körper *x* wird gegen alle diejenigen Metalle . . . . , mit denen er im Versuche die Schliefsungszuckung auf seiner Seite gab, positiv, gegen alle übrige aber, mit denen er im Versuche dieselbe Zuckung auf der entgegenge-
296] setzten Seite giebt, negativ seyn. Die Richtigkeit dieser Art zu schliefsen ist bewiesen. Man nehme, statt der beyden verschiedenen Metalle . . . ., die beyden Belegungen einer kleinen äufserst schwach geladenen Leidener Flasche, und es wird bey der Schliefsung des Entladungs - Preifses ebenfalls der Schenkel, dessen Nerve mit der positiven Belegung der Flasche zusammen kommt, vorzüglich oder allein contrahirt werden **). Auch ha-

*) Dafs dies nicht bey jedem Frosche, und zu jeder Zeit, der Fall sey, lehrt die Beylage näher.

**) Hätte man ja die Flasche zu stark geladen, so dafs bey

ben, so weit Volta, Andere, und ich selbst, die Electricitäten aus der Berührung heterogener Metalle .... vermittelst des Condensators scheinbar directer auffanden, die Resultate dieser Verfahrungsart mit denen der angegebenen noch immer genau übereingestimmt.

Das zweyte Verfahren reicht noch weiter, als das eben angegebene. Mit dem zu untersuchenden Körper und einem seinem Orte in der Reihe nach schon bekannten Metalle schliefst man eine Kette, genau wie die vorhin, (wobey das Froschpräparat bereits schon so weit in seiner Erregbarkeit gesunken seyn kann, dafs es bey der Schliessung derselben gar keine Zuckung mehr zeigt), [297 und sichert die verbundenen Metalle am Berührungsorte durch eine kleine (hölzerne) Schraube, oder durch ein Band vor jeder Verrückung. Darauf nimmt man die äufsere Belegung einer kleinen sehr schwach geladenen Leidener Flasche zwischen die feuchten Finger der einen Hsnd, berührt mit einem angefeuchteten Finger der andern Hand die Kette bey *h*, und bringt sodann den Knopf oder Haken der innern Belegung bey *g*, gleichviel, ob an *e*, oder an *f*. War die Flasche inwendig positiv geladen, und

der Schliefsung beyde Schenkel ohne merklichen Unterschied zuckten, so darf man nur nach Zwischenzeiten von einer oder etlichen Sekunden von neuem schliessen, und bald wird das nach der oder den ersten Entladungen gebliebene Residuum schwach genug seyn, um die angeführten Resultate aufs beste zu geben.

erschien beym Entladen durch die Kette $gh$ die Zuckung allein oder vorzüglich *) in dem Schenkel, dessen Nerve mit dem so eben zu bestimmenden Körper $x$ armirt ist; so kann man gewifs seyn, dafs dieser Körper in Berührung mit dem andern bekannten Metalle ebenfalls $+E$ habe; erscheint aber die Zuckung im andern Schenkel, so hat $x$ mit letzterem Metalle $-E$. War die Flasche inwendig negativ, so ist alles umgekehrt, uud die Zuckung bey der Entladung ist in dem Schenkel, dessen Nerve mit dem Metalle armirt ist, welches in Berührung mit dem andern $-E$ ist. Dasselbe hat Statt, wenn auch die Flasche innen $+E$ hat, aber ihr Haken oder Knopf mit $h$, der Finger der andern Hand 298] aber mit $g$ in Verbindung kommt; hatte sie aber unter letztgenannten Umständen innen $-E$, so ist alles wieder wie zuerst.

Die dritte Methode besteht darin, die Stärke der Contraction, welche der zu bestimmende Körper $x$ in Fig. 86., (Fig. 2. Taf. IV.), als Muskelarmatur, mit einem nach Versuchen voriger Art bereits mit ihm ausgemacht positiv sich verhaltenden Körper $y$ als Nervenarmatur, giebt, mit der zu vergleichen, welche andere von $x$ wenig verschiedene Metalle . . . . mit $y$ unter gleichen Umständen, besonders an schon sehr matten Fröschen, geben. Jedes Metall $z$, das, statt $x$ angewandt, mit $y$ stärkere Contractionen giebt, als $x$, wird gegen $x$ negativ,

*) Auch hier gilt, was in der vorigen Anmerkung für eine andere Anwendung der Leidener Flasche gesagt ist.

dieses also gegen $z$ positiv, jedes hingegen, ($z'$), das mit $y$ schwächere giebt, als $x$, gegen $x$ positiv, dieses also gegen $z'$ negativ, seyn. Bey einiger Geduld kommt man leicht dahin, das Organ gerade auf dem Punkte der Erregbarkeit anzutreffen, wo $y$ mit $x$ so eben noch Contractionen giebt, indefs $y$ mit $z'$ keine mehr giebt, wohl aber so eben noch $y$ mit $z$. Solche Versuche sind dann die entscheidendsten dieser Art, und man kann durch sie zu Bestimmungen gelangen, wozu weder die erste, noch die zweyte Methode, mehr hinreichte.

Die Reihe selbst nun, in welche sich die vorzüglichsten Metalle . . . . oder Leiter der ersten Klasse überhaupt, jeder im möglichsten Zustande seiner Reinheit angewandt, bey der letzten und genauesten Revision derselben, [299 welche ich im September 1803 auf alle gedachte drey Arten vornahm, gestellt haben, und deren Resultate nachmals der Condensator, so weit er entscheiden konnte, aufs beste bestätigte, ist folgende:

Zink; Bley; Zinn; Eisen; Wismuth; Kobalt; Arsenik; Kupfer; Spiefsglanz; Platina; Gold; Quecksilber; Silber.

Von je zwey Metallen dieser Reihe wird das hintere, (das zuletzt stehende), —, das vordere, (das zuerst stehende), +. Nach dem Silber folgen, meist mit gröfseren Zwischenräumen, als man vom Eisen an, (denn von allen ist der von Zink bis Bley bis jetzt der gröfste,) zwischen irgend zwey Metallen antrifft, folgende Körper:

Kohle; Bleyglanz, Zinngraupen, Kupfernickel, . . . .; Schwefelkies, Kupferkies, Arsenikkies, . . . . ; Graphit; krystallisirtes Magnesiumoxyd.

Auch hier ist von je zwey durch ein Semicolon getrennten Körpern, der hintere mit dem vorderen alle Mal —, dieser +.

Höchst auffallend nun ist der Platz, welchen das *Palladium* in dieser Reihe eingenommen hat. Nach der Zusammensetzung desselben aus *zwey Theilen Platina* und *einem Theile Quecksilber*, schien es zwischen diesen seinen beyden Factoren, und zwar etwa zwischen Platina und Gold, seine Stelle in der Reihe einnehmen zu müssen. Statt dessen aber fand es sich an einem Orte, wo noch nie, weder ein einzelnes Metall, noch eine Zusammensetzung aus mehreren, angetroffen wurde, 300] d. i., *hinter den letzten Kiesen*, unmittelbar *vor dem Graphit*. *Arsenikkies* ist unter den, in electrischer Hinsicht ohnedies nur äufserst wenig von einander verschiedenen, den Galvanismus leitenden Kiesen in der Reihe, ziemlich der *negativste*. Mit dem *Palladium* aber verhält er sich *positiv*, wie das auch sämmtliche vor dem Arsenikkiese stehende Körper thun, Platina und Quecksilber nicht ausgenommen. Erst der *Graphit* tritt mit dem *Palladium* in ein *negatives* Verhältnifs, und noch mehr das *Magnesumoxyd*. Auch gelangen alle nach obiger erster Methode angestellte Versuche so vortrefflich, dafs es

keiner nach den übrigen Methoden zu fernerer Bestätigung bedurfte.

Das von Chenevix zusammengesetzte Palladium, und das ältere, welches zu London verkäuflich gewesen war, nahmen beyde vollkommen dieselbe Stelle in der electrischen Spannungsreihe ein, so daſs sie einander vollkommen vertraten; ein Augment mehr, für die schon durch Herrn Chenevix genugsam verbürgte völlige Identität beyder.

Dieses so sonderbare Verhalten des Palladium setzte Herrn Chenevix, wie mich, in nicht geringe Verwunderung. In dieser Gegend der electrischen Spannungsreihe war bisher noch kein einziges Metall vorgefunden worden, so viel man deren bis jetzt electrisch bestimmt hatte. Bereits im Jahre 1797 fand ich den Nickel bestimmt zwischen Eisen und Silber; 1798 das Tellurium bestimmt [301 zwischen Kupfer und Gold; Das Magnesium wird höchst wahrscheinlich in der Gegend des Zinks, und zwar noch unter ihm *), in die Reihe eintreten; und so würde höchst wahrsheinlich auch der Wolfram .... auf der positiven Seite der Metallreiche eintreten. Bis jetzt macht also das Palladium allein jene Ausnahme, die um so mehr auffällt, da keiner seiner Factoren ihm ein Recht dazu zu geben scheint.

---

*) Vergl. meinen Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite. 1798. S. 55.

2.

Ich war schon im Begriffe, Ihnen vorstehende Notiz mitzutheilen, als kurz nach Herrn CHENEVI'X Abreise der Umstand, dafs es kein reines einzelnes Metall, sondern ein Metallgemisch (*Alliage*) ist, welches im Palladium jene Ausnahme macht, mich auf die Frage führte, wie sich wohl andere Metallgemische, in Hinsicht auf ihre Factoren, verhalten möchten, und wie weit hierbey die möglichen Anomalien wohl gehen möchten. — In der That hatte ich schon mehrere hierher gehörige zweydeutige Erfahrungen anderer Experimentatoren vor mir, die, eben ihrer Paradoxie wegen, bisher wenig Eingang gefunden hatten. So sagt schon VOLTA in seiner Abhandlung vom 21. November 1801 *), dafs sowohl die electrische Wirksamkeit des Silbers durch etwas Ku-
302] pfer, als die des Zinks durch etwas Zinn, oder Zinn und Bley zugleich, in gewissem Grade erhöht werde; BRUGNATELLI **) sah Zusammensetzungen aus Zink und Spiefsglanz, und Zink und Quecksilber, mit Silber särker wirken, als irgend ein anderes Metall; und MARECHAUX ***) kündigte an, dafs eine Säule aus Messing statt Kupfer, und mit Zinn

*) Vergl. Annalen, B. X. S. 425.; desgl. PFAFF's und FRIEDLÄNDERS französische Annalen, Heft II. S. 5.

**) S. *Journal de Chimie par* VAN MONS, T. I. p. 103.

***) S. Annalen, B. XIV. S. 129.

legirtem Zink, statt bloſsen Zinks, in Hinsicht der Gaserzeugung einer Säule aus Reiſsbley und Zink gleich komme, also fast drey Mal so stark, als eine aus Kupfer und Zink, wirke. Zwar sind nicht alle diese Data geeignet, aus der höhern Action einen bestimmten Schluſs auf einen im nämlichen Grade höhern Spannungsunterschied, und damit auf die Stelle des einen oder andern Gliedes in der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse selbst, zu erlauben. In Frage aber muſsten sie die Sache allerdings stehen lassen.

Folgendes nun sind die Erfahrungen, welche ich zu ihrer Beantwortung bekommen habe, und die, Ihnen gewiſs so unerwartet wie mir, sehr allgemein den Satz bestätigen, *daſs keine einzige Mischung zweyer oder mehrerer Metalle den Ort der Spannungsreihe einnimmt, welchen sie, für ein Mittel aus ihren Factoren genommen, der Rechnung nach einnehmen sollte.*

I. Von *zwey Amalgamen aus Zink* [303] *und Quecksilber* bestand das *eine* aus gleichen Theilen beyder Metalle, das andere aus 2 Theilen des erstern, und 1 Theil des letztern. Beyde fielen in der Reihe auſserhalb des Zinks, indem sie beyde an ihm *positiv* wurden, und zwar No. 2. stärker als No. 1., so daſs ersteres an letzterm *von neuem positiv* wurde.

II. Kienmayer'*sches Amalgama*, (No. 3.), (aus 2 Theilen Quecksilber, 1 Theil Zink, und 1

Theil Zinn), wurde wieder an allem Vorigen positiv*).

III. Drey andere Amalgame bestanden, (No. 4.) aus 1 Theil Zink, 1 Theil Bley, und 2 Theilen Quecksilber; (No. 5.) aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Bley, und 2 Theilen Quecksilber; und (No. 6.) aus 1 Theil Zink, 1 Theil Zinn, 1 Theil Bley, und 3 Theile Quecksilber. Sie waren sämmtlich positiver, als die beyden Zinkamalgame in I., und bildeten mit dem Kienmayer-schen eine Gruppe, mit sehr geringen Unterschieden unter einander. Mangel an Fröschen hinderte mich, sie näher zu sondern, und bey so sehr klei-
304] nen Unterschieden darf man dem Condensator allein nicht trauen. Um die Resultate desselben indeſs doch anzuführen, schien nach vielen Versuchen die Negativität der Zinnplatte desselben mit den Amalgamen No. 3. bis 6. in folgender Ordnung zu wachsen: No. 3.; No. 4.; No. 6.; No. 5.; daſs also No. 5. das positivste von allen bisher angewandten Amalgamen, und selbst noch bedeutend positiver als das Kienmayer'sche, wäre, und sämmtliche Amalgame in I. bis III. von No. 5. bis zum Zink selbst. Folgende Reihe bildeten:

---

*) Was also bisher bey der Electrisirmaschine die besten Dienste leistete, thut es jetzt auch in der Galvanischen Kette und Säule. Obiges Amalgama nimmt mit der Zeit eine ziemliche Härte an. Es lassen sich also aus ihm, (wie aus mehrern der in III. folgenden), leicht Platten gieſsen, die dann mit Kupfer, Messing, oder Silber, in der Voltaischen Säule von ganz vorzüglicher Wirksamkeit seyn müssen.

No. 5.; No. 6.; No. 4.; No. 3.; No. 2.; No. 1.; Zink*).

IV. Ein ziemlich consistentes Spiefsglanzamalgama wurde ebenfalls mit der Condensatorplatte positiv, doch schwach.

V. Reines, den Tag vorher durch Eisen aus Zinnober revivificirtes Quecksilber wurde in verschiedenen Verhältnissen mit reinem Zinne, (Stanniol), versetzt**). No. 1. bestand aus $\frac{1}{2}$ Lothe Quecksilber mit nur $\frac{1}{2}$ Quadratlinie Stanniol; No. 2. [305 enthielt so viel Stanniol, dafs es eben noch tropfte; No. 3. war teigartig; No. 4. bröckelte bereits; und No. 5. enthielt auf 1 Theil Quecksilber 16 Theile Stanniol. Von allen diesen Amalgamen fiel keines zwischen Zinn und Quecksilber, sondern alle zwischen Zink und Bley, und zwar bildeten sie eine Folge, von welcher schon in I. und II. sich ähnliche zu zeigen anfingen, die hier erst aber in aller ihrer Sonderbarkeit hervortrat. Die Reihe nämlich, welche sie mit Zink und Bley, nach den sorgfältigsten Bestimmungen auf allen drey oben angeführten Wegen, bildeten, war:

---

*) Zu bemerken ist, dafs sich No. 5., selbst nach der leisesten Berührung, nie von der Platte des Condensators trennen liefs, ohne etwas Quecksilber auf ihm zurück zu lassen. Doch schien dies, wie es auch die Gesetze der Electricität von selbst geben, keinen merklichen Einflufs auf das Resultat zu haben.

**) Es versteht sich, dafs ich, wie überall, wo Quecksilber vorkommt, die vollständige Auflösung des Metalles im Quecksilber zur Genüge abwartete.

Zink; . . No. 3.; . . No. 1.; . . No. 2.; . . No. 5.; . . No. 4.; . . Bley.

VI. Eben so reines Quecksilber, als in V., wurde in verschiedenem Verhältnisse mit ganz feinem Blattsilber versetzt. 1½ Drachmen des erstern enthielten in No. 1. 1 Quadratlinie, in No. 2. ein ganzes Blatt, in No. 3. 24 Blätter. Von diesen Amalgamen fand sich No. 1. unterhalb des Quecksilbers und Silbers, zwischen Platina und Gold; No. 2. oberhalb, zwischen Kohle und Reifsbley, näher dem letztern; No. 3. hingegen wieder unterhalb, und sogar zwischen Wismuth und Kupfer.

VII. Quecksilber der nämlichen Reinheit wurde mit feinem Blattgolde versetzt. In No. 1. enthielt 1 Drachma Quecksilber 1 Quadratlinie, in No. 2. ein ganzes Blatt, in No. 3. aber 16 Blätter. Alle diese Amalgame fielen unterhalb des Quecksil-
306] bers und Goldes, d. i.:, sie waren mit beyden positiv, und zwar stand No. 1. zwischen Spiefsglanz und Platina; No. 2. zwischen Kupfer und Spiefsglanz; und No. 3. zwischen Platina und Gold. Hier, wie in VI., wurde nach der ersten oben angegebenen Methode allein entschieden, da die Bestimmtheit der Resultate andere Hülfe überflüfsig machte.

VIII. Messing, als Mischung aus Kupfer und Zink, stand in der Reihe bestimmt oberhalb beyder, zwischen Kupfer und Platina. Von zwey Sorten, wovon die eine mehr, die andere weniger Zink enthielt, stand erstere näher, letz-

tere weiter vom Kupfer, d. i., diese wurde mit dem Kupfer negativer als jene*).

IX. Zinn der Zinngiefser, als Mischung aus Zinn und Bley, stand unterhalb beyder, zwischen Zink und Bley.

X. Von folgenden Mischungen bestand No. 1. aus gleichen Theilen Zinn und Bley, No. 2. aus gleichen Theilen Zinn und Zink, No. 3. aus gleichen Theilen Bley und Zink, No. 4. aus gleichen Theilen Zinn, Bley und Zink. Alle fielen zwischen Zink und Bley, und bildeten mit ihnen folgende Reihe:

Zink . . . No. 4.; . . . No. 3.; . . No. 2.; . . No. 1.; . . . . . . Bley.

Auch war die Differenz von Zink und [307 No. 2. weit kleiner, als die von Bley oder Zinn. Es beobachtete also die Mischung das Mittel, das die Rechnung gegeben hätte, nicht.

XI. Zink und reines Zinn (Stanniol) wurden in 17 verschiedenen Verhältnissen durch den Gufs mit einander verbunden. Zink stand zu Zinn in No. 1. im Verhältnisse von 256 : 1; in No. 2. von 128 : 1; in No. 3. von 64 : 1; in No. 4. von 32 : 1; in No. 5. von 16 : 1; in No. 6. von 8 : 1; in No. 7. von 4 : 1; in No. 8. von 2 : 1; in No. 9. von 1 : 1; in No. 10. von 1 : 2; in No. 11. von 1 : 4; in No. 12. von 1 : 8; in No. 13. von 1 : 16; in No. 14. von 1 : 32; in

---

*) Zu völliger Gewifsheit wurde noch durch Säulen aus 10 bis 20 Lagen Kupfer und Messing, und wieder einem Messing mit dem andern, entschieden.

No. 15. von 1: 64; in No. 16. von 1: 128; in No. 17. endlich von 1: 256. Auf diese Weise hoffte ich den Anomalien der Metallgemische in der Spannungsreihe vielleicht eine Regel abzugewinnen. Die Untersuchung war äufserst mühsam; sie hat mich eine unzählige Menge Versuche und Wiederholungen derselben gekostet, und meistens habe ich mich nur der dritten oben angeführten Methode dazu bedienen können, welche zwar viel weiter gehen kann, als die beyden übrigen je, aber auch um desto mehr die sorgfältigste Rücksicht auf alle Umstände erfordert. Das Resultat davon war, dafs nur No. 1. bis 3. unterhalb des Zinks fielen, oder mit ihm positiv wurden; alle übrigen fielen über ihn, aber gröfsten Theils mit sehr geringer Differenz von 308] einander, und alle zusammen in eine solche Nähe des Zinks, dafs ich die in Bezug auf den Zink negativste Versetzung No. 9. (= No. 2. in X.) wenigstens noch zwey Mal so weit vom Bley, und noch weiter vom Zinn, entfernt setzen mufs, als vom Zink. Fig. 87. [Taf. IV. Fig. 3.] stellt die zickzackförmige Linie vor, welche obige 17 Mischungen zusammen in Bezug auf Zink und Bley beschrieben: und wenn Sie von Zink bis Bley eine Linie ziehen, und von dieser auf jede Nummer einen Perpendikel fallen lassen; so werden die Einschnittspunkte dieser Perpendikel in jene Linie, mit den Nummern der Versetzungen, auf welche sie treffen, bezeichnet, in ihrer Folge:

1., 2., 3., Zink, 15., 16., 17., 13., 4., 14., 10., 11., 12., 6., 7., 5., 8., 9., . . . . Bley,

ziemlich genau die Folge der verbrauchten Versetzungen aus Zink und Zinn angeben.

Eine Menge anderer Metallversetzungen und Amalgame, erstere nach ähnlichem Schema, wie in XI., verfertigt, liegt seit längerer Zeit zu weiteren Versuchen bereit; die Schwierigkeit aber, sich im Winter, und, wie es scheint, besonders in diesem, Frösche zu verschaffen, die doch noch immer die besten Reagentien für so feine Versuche bleiben, und die ich, unter den gehörigen Bedingungen, dem besten Condensator weit vorzuziehen Ursache habe, hat mich noch bis jetzt daran verhindert. Nur vorläufige Bestimmungen habe ich einige machen können, wie z. B., daſs alle Kupferamalgame von irgend einer Consistenz an der Zinnplatte des Condensators sämmtlich negativ werden, und dergleichen. Ihren eigentlichen Ort [309 aber werden erst Frösche entscheiden.

Indeſs sind die wenigen Versuche, die ich Ihnen mittheilen konnte, bereits nach vielen Seiten lehrreich. Zunächst, daſs sie den Satz bestätigen: daſs auch nicht Eine Metallmischung den Ort in der Spannungsreihe einnimmt, den ihr eine Rechnung aus vorhandenen Prämissen geben möchte; dann: daſs selbst die Art, wie eine geordnete Menge derselben in diese Reihe eintritt, noch keinen Schluſs für irgend ein Glied einer andern Menge erlaubt; und, daſs Sie, bloſs im Allgemeinen, bemerken: wie alle Reihen, die durch Mischungen der nämlichen Metalle, aber in regulär steigendem Verhältnisse, ent-

stehen, die Form des Zickzacks haben, oder, wo nur wenige Glieder vorhanden waren, doch die Anlage dazu verrathen.

Wie grofs die Sprünge in einem solchen Zickzack seyn können, sehen Sie besonders am Silberamalgama No. 2. in VI. Es steht beynahe, wo das Platinaamalgama, Palladium genannt, ebenfalls hinfällt, und die Anomalie, welche diesem so einzig zuzukommen schien, ist es nun nicht mehr.

Wie schnell diese Sprünge geschehen, zeigt das genannte Silberamalgama verglichen mit No. 1. und 3. in VI. ebenfalls; vor allen aber:

XII. Das Zinnamalgama No. 1. in V. Eine halbe Quadratlinie des dünnesten Stanniols bestimmte zwey ganze Drachmen Quecksilber, sogleich von ihrem Orte zwischen Gold und Silber, 310] sogar über das Zinn herunter, herab zu springen zwischen Zinn und Bley, und zwar ersterem näher, als letzterem. Und dies ist noch nicht genug. Bringen Sie in ein Loth ganz reinen Quecksilbers ebenfalls nur ½. Quadratlinie Stanniol, lösen diese darin auf; nehmen von der Auflösung ein Tröpfchen von nicht mehr, als ½ Linie Durchmesser, ja von noch weniger, lösen es in einem neuen Lothe reinen Quecksilbers auf, und untersuchen dieses in der Spannungsreihe. Sie finden es sogleich zwischen Zink und Bley, und in Bezug auf die vorigen Zinnamalgame No. 1. bis 5. in V. zwischen No. 5. und 4. Dieses einzige Atom Zinn in dem ganzen Lothe Quecksilber hat es tiefer gebracht, als sechszehn Loth Zinn letzteres gebracht haben würden, und kaum scheint die

Grenze anzuheben zu seyn, wo obiges Atom etwa zu klein wäre, dies zu thun.

XIII. Verfahren Sie auf ähnliche Art mit Quecksilber und Bley. Das mit eben nur einem Atom des letztern geschwängerte Quecksilber steht sogleich noch tiefer, als jenes mit dem Zinne. Ich fand es constant zwischen No. 3. und 1. Der Zinnamalgame in V.

Auch sind diese plötzlichen Sprünge nicht etwa blos an das Quecksilber gebunden. In XI. sehen Sie die Zink-Zinnmischung aus 1 Theil Zink und 256 Theile Zinn um so viel tiefer stehen, als die aus gleichen Theilen Zink und Zinn, und doch liegt diese schon in so grofser Nähe vom Zink. (Vergl. X. und No. 9. in XI.)

Von I. XI., die Silberamalgame in VI. al- [311]
lein ausgenommen, scheint es, dafs von je zwey Metallen, welche mit einander in Vermischung kommen, eines vorzugsweise sich zum charakterisirenden aufwerfe. Bey Zink und Quecksilber, Zinn und Quecksilber, Bley und Quecksilber, Spiefsglanz und Quecksilber, und Gold und Quecksilber, ferner bey Zink und Zinn, und Bley und Zinn, scheint es das positive, oder das jedesmalige erstere, zu seyn, weil alle Verbindungen dieser Metalle immer auf die Seite dieses von beyden, wenn gleich meist weit unter dasselbe hinab, fallen. Bey andern, wie bey Zink und Kupfer, und Platina und Quecksilber, scheint es das negative oder letztere zu seyn. Und aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese letztern Fälle überhaupt weit seltner, als die

ersteren. — Bey **Silber** und **Quecksilber** ist bald dies, bald jenes, das charakterisirende.

3.

Ich zweifle nicht, daſs einst sich schöne **Anwendungen** dieser Bemerkungen auf Gegenstände der **Mineralogie**, der **Krystallographie**, der **Chemie**, des **Magnetismus**, u. s. w. werden machen lassen. Mehrere dringen sich dem Unbefangenen bereits schon auf, daſs es Mühe kostet, sich nicht in sie zu verlieren, um nicht aus zu frühem Gebrauche denselben Irrthümern ausgesetzt zu seyn, welche die Folge immer mehr vermeiden lassen wird.

312] **Andere Anwendungen** des Erzählten sind sicherer. Es erklärt sich z. B., warum bis jetzt jede Bestimmung der Spannungsreihe der Leiter erster Klasse von den früheren abwich, und besonders, woher die verschiedenen Stände kommen, die ein und derselbe Beobachter, Volta, dem **Quecksilber** in ihr von Zeit zu Zeit gegeben hat. Es brauchte eine Verunreinigung, so klein, daſs sie sich kaum durch sonst etwas zu erkennen gab, und es stand sogleich da, wo **reines** Quecksilber, oder ein mit anderem Metalle, oder mit dem nämlichen in anderem Verhältniſse gemischtes, nimmermehr stand. U. s. w.

Die niederschlagendste Anwendung von allen aber, ergiebt sich für **die auch mit den besten Mitteln construirte Spannungsreihe selbst**. Das Gold, das Silber, das Quecksilber, das Spieſsglanz, die Platina . . . ., welche ich in mei-

nen Versuchen zur letzten Revision jener Reihe anwandte, waren so rein, als die Kunst (bisher) sie irgend darzustellen vermochte. Wer kann sich aber erdreisten, irgend ein Metall . . . . von dem letzten kleinsten Atom eines oder mehrerer anderer, frey zu sprechen? — Und doch kann eben dieses letzte kleinste von so ungemeinen Folgen seyn, als wir in XI., XII. und XIII. sahen. Es kann auch Fälle geben, wo es das nicht ist; aber wo wissen wir diese, und das *Wie* wenig selbst!

Es bleibt uns fast nichts übrig, als unsere Angabe auf das Körperindividuum zu beschränken, mit dem wir zur Erhaltung derselben umgingen. [313 Und fast alle vorige würden, streng genommen, eben darum, selbst, in ihrer Bekanntmachung ohne Gültigkeit gewesen seyn, wenn sie nicht gerade obige Wahrheit darthun sollten. — Eines indeſs giebt ihnen, wie den noch folgenden ähnlichen, einen bleibenden Werth. Der Wege, auf denen wir zu den Materialien kommen, die unsern Versuchen zur Basis dienen, sind im Grunde doch nicht so vielerley. Man kennt sie, und kann daher, sofern sie dieselben bleiben, aus den auf ihnen erhaltenen Producten durch vergleichende Versuche die Grenzen der Anomalien finden, zu denen jene selbst kommen können. Daraus entsteht für jeden einzelnen Fall am Ende doch eine feste Gröſse, und, für alle zusammen genommen, eine mittlere. Diese mittleren sind es dann, welche in ihrer Folge Reihen geben, die so lange Gültigkeit haben, als die Grenzen der Anomalien selbst sich nicht erweitern.

Ist die Reihe aber einmal bestimmt, so wird es nicht schwer seyn, jede neue Veränderung, von Zeit zu Zeit, auf gehörige Weise nachzutragen. Und so gelangt man doch vielleicht endlich, auf einem ähnlichen Wege, zum letzten Zwecke, als der Mathematiker, der aus einer Seite und zwey gegebenen Winkeln den dritten und die beyden übrigen Seiten des Dreyecks findet, zum seinigen.

Noch haben mir die obigen Versuche zu einigen Bemerkungen Gelegenheit gegeben, die um so wichtiger sind, je unerklärbarer sie scheinen, und 314] je mehr ich gewifs bin, nicht durch Nebenumstände getäuscht worden zu seyn.

Die Bestimmung der drey Goldamalgame in VII. geschah gleich nach ihrer Bereitung. Das Gold war völlig im Quecksilber aufgelöst, jede Unreinigkeit durch Waschen mit Wasser weggenommen, und die Amalgame selbst mit reinem Fliefspapiere getrocknet; nichts Heterogenes war mehr an ihnen zu erblicken. Sie nahmen aufs Entschiedendste die Stellen ein, welche ich oben angegeben habe. Nach etwa 8 Minuten wiederholte ich die Versuche von Neuem. Eben so entschieden wie vorhin, fand ich jetzt No. 1. nicht mehr zwischen Spiefsglanz und Platina, sondern nahe über Platina, zwischen ihr und dem Golde; No. 2. war ebenfalls zwischen Spiefsglanz und Platina hinaufgerückt; No. 3. allein behauptete seinen Ort, wie vorhin. Wieder etwa 4 Minuten später, stand No. 1. von Neuem unter Platina, zwischen ihr und dem Spiefs-

glanze, doch nicht ganz so weit, wie zuerst; No. 2. blieb an seinem zuletzt erlangten Orte; auch No. 3. behauptete den seinigen, wie immer. Und in dieser letzten Vertheilung hielten sich diese Amalgame, so oft ich nachmals auch ferner untersuchen mochte. — Hierdurch auf die kurz zuvor bereiteten Silberamalgame aufmerksam gemacht, nahm ich auch diese sogleich wieder vor, aber entweder kamen bey ihnen diese Veränderungen gar nicht vor, oder sie waren, wie nach 18 bis 20 Minuten auch bey denen mit Gold, schon vorüber. Ihre Sitten waren genau die vorigen. — Was ging hier in den Goldamalgamen No. 1. u. [315 2. vor, ungeachtet die Vereinigung, dem äufsern Scheine nach, schon vor geraumer Zeit vollendet war? —

Eine andere räthselhafte Erscheinung ereignete sich, als ich das Silberamalgama No. 2. in VI., in der Kette Fig. 85. (Taf. IV. Fig. 1.) gegen das krystallisirte Magnesiumoxyd bestimmte. War *e* das Amalgama, und *f* das Oxyd, so war, wie es der Stand des Amalgama in der Reihe mit sich brachte, starke Schiessungszuckung in *c*, stärker, als wenn *f* Graphit gewesen wäre. Dieses war aber nur kurze Zeit der Fall; bald nahm die Zuckung ab, und erschien endlich gar nicht mehr, nach keiner Zeit mehr. Dann durfte nur das nämliche Magnesiumoxyd mit Graphit, gleich viel ob an diesem, oder einem andern Frosche, zur Kette geschlossen werden, und sogleich wirkte es wieder mit dem Amalgama, wie vorhin. Aber auch nur wieder kurze Zeit. Eine ähnliche zweyte Anwendung mit Graphit indefs

machte es abermals dazu geschickt. Und so konnte ich die Kette aus dem Oxyd und dem Amalgama unaufhörlich bald wirksam, bald unwirksam machen. Eine bloſs momentane Schlieſsung des Orxyds mit dem Graphit zur Kette, half nichts. Sie muſste einige Zeit gedauert haben, und bis zu einer gewissen Grenze stand diese Dauer der Schlieſsung mit dem Einflusse letzterer auf die Kette aus dem Oxyd und dem Amalgama, in Verhältniſs. Eine Berührung des Amalgama mit Graphit half nichts, und eben 316] so wenig etwas, wenn ich, ehe ich Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] wieder schloſs, Graphit in Fig. 88. [Taf. IV. Fig. 4.], wo *e* das Amalgama, *f* das Oxyd, und *l* meine beyden Hände bedeutet, mit dem Amalgama in Berührung brachte, indem ich bey *m* schloſs. Die Kette aus dem Graphit und Magnesiumoxyd muſste durchaus für sich geschlossen worden seyn. — Die nämlichen Dienste, wie Graphit, that nachmals auch Zink dem Oxyd, doch, wie es schien, eben in keinem höhern Grade, als vorher jener. Auch konnte ich keinen Körper weiter auffinden, der sich mit dem Amalgama so wie das Magnesiumoxyd benommen hätte; dieses allein schien die erzählte Eigenheit zu besitzen. Eben so wenig kam mir bey einem andern Amalgama, als gerade dem mit Silber, No. 2., dergleichen vor. —

4.

So weit war ich mit den Versuchen über die Spannungsreihe der Leiter erster Klasse gekommen, als die Jahreszeit ihre Fortsetzung unterbrach. Daſs ich einige Mühe und [illegible] verwandte, ist

[illegible] auf sie [illegible]

durch die über Erwarten interessanten Resultate derselben, vor allem aber durch die Wichtigkeit gerechtfertigt, welche jene Reihe für die gesammte Lehre der Electricität, des Galvanismus, ja der Chemie, überhaupt hat, indem sie in ihrer weiteren Ausführung die Basis werden muſs, auf welcher das ganze Gebäude letzterer einst zu errichten seyn wird. Die erste Veranlaſsung zu dieser Bearbeitung derselben war Herr Chenevix, dem ich hiermit [317 meinen öffentlichen Dank zu sagen, volle Ursache habe. Nächstes Frühjahr werde ich sie von neuem aufnehmen. Kaum aber darf ich mehr, als Bestätigung schon jetzt bekommener Resultate, hoffen, wenn nicht das Glück mir neue Veranlassung jener ersten Art zu Theil werden läſst.

Ich schlieſse daher gegenwärtige Skizze mit einer Bitte an Chemiker und Metallurgen, die Sie gewiſs mit der Ihrigen zu begleiten die Güte haben werden.

Die oben angeführte Spannungsreihe für ungemischt gehaltener Metalle enthält noch Manches nicht, was bereits entdeckt und vorhanden ist. Sowohl um solche Metalle, als der höhern Bestätigung oder Berichtigung wegen, auch um dergleichen, wie sich schon in der Reihe befinden, bäte ich, sobald dem einen oder andern ein hoher Grad von Reinheit, im bisherigen Sinne des Worts, sicher ist. Ein kurzes Citat oder eine Angabe des Weges, auf dem es erhalten, würde den Resultaten selbst den möglichsten Grad von relativer Gültigkeit, (vergl. S. 319.), geben. Auf gleiche Weise würden mir

auch Metallverbindungen, wo möglich mit Beysetzung des Verhältnisses der sie bildenden Faktoren, eben so Vererzungen aller Art, durch Schwefel, Phosphor, u. s. w., höchst angenehm seyn, sobald sie entweder sich nicht natürlich, oder
318] doch nicht so rein, oder überhaupt nicht von selbst in der Natur, vorfinden: kurz, Alles, was unter den angegebenen Bedingungen Metall oder metallischer Abkunft ist, sobald es nur, (was vergebenen Sendungen vorbeugen wird), den Strom der gewöhnlichen Electrisirmaschine einigermafsen leitet. — Da kein Exemplar, von welcher Art es auch sey, im Versuche selbst, einer chemischen Veränderung oder Zerstörung durch Oxydation, u. s. w., die das Exemplar entstellen oder verderben könnte, ausgesetzt ist, und für die mechanische, wo sie Statt haben könnte, ich Bürge seyn darf, so würde ich jedes nach angestellten Versuchen sogleich, eben so erhalten, als es mir zukam, wieder zurücksenden, und zugleich meinen persönlichen Dank, durch eine Anzeige der damit erhaltenen Resultate, mit dem der Sache selbst, begleiten können. Allen im Zusammenhange würden Sie dann gern eine Stelle in den Annalen gönnen, und die Hoffnung, welche ich hege, ist grofs, dafs sie so wohl der Zahl als Art nach, in jeder Hinsicht, obiger Bitte, wie ihrer Erfüllung, werth sind.

319] In einem der künftigen Hefte Ihrer Annalen werde ich durch eine genaue Darstellung des gesammten electrischen Systems der Körper, so weit bisherige Beobachtungen es aufzeigen lassen, das Wünschenswerthe solcher, durch Unterstü-

tzungen obiger Art zu erhaltender Berichtigungen und Erweiterungen, besonders in ihrer Beziehung auf Chemie, noch bündiger darthun, als gegenwärtig, wo ich nebenbey vorzüglich noch die Absicht hatte, eine Reihe, auf die ich mich bey den nächsten Details über Ladung der Leiter und electrische Erdpolarität *) sehr häufig zu beziehen haben werde, zuvor von Neuem so ins Gedächtnifs zu rufen, als jene Details sie erfordern, und bisherige Versuche sie irgend darthaten.

---

*) Vergl. Annalen B. XV. S. 106. 107.

# Beylage.

320] Nicht bey jedem Frosche und zu jeder Zeit ist in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.], (wo *e* Zink, *f* Silber bedeutet), die Zuckung bey der Schliefsung, in *c*, bey der Trennung, in *d*, allein oder vorzüglich. Schon in meinem Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreiche begleite, 1798, habe ich, S. 101. u. a. a. O., bereits im Sommer 1797 gemachten Beobachtungen zu Folge, angeführt, wie zuweilen ganz das Umgekehrte Statt habe; wie dieses dann gewöhnlich nur in den höhern Zeiträumen der Erregbarkeit der Organe des Frosches der Fall sey, und wie erst mit der Abnahme dieser bis auf einen gewissen Grad, alles wieder auf das, was oben von Fig. 85. [Taf. I. Fig. 1.] angegeben wurde, zurückkomme, weshalb ich auch in den Beyträgen, und sonst in der Folge, des obigen Erfolgs genannter Figur beständig nur
321] bedingungsweise gedachte. Schon damals glaubte ich die Ursache davon nicht in den excitirenden Metallen . . . ., sondern in den erregten Organen selbst, suchen zu müssen, und die nachherige genauere Untersuchung des ganzen im Winter 1798, wo mir die zu dieser Jahreszeit vor-

züglich hohe Erregbarkeit aller Amphibien öfter Gelegenheit zu Beobachtungen gedachter Art darbot, als früher, hat mich völlig darin bestätigt. Die Resultate, welche sich seit der Zeit noch bey jeder neuen Gelegenheit eben so wiederholt haben, waren kürzlich folgende:

1. Erst bey einer zu einem gewissen Grade gesunkenen Erregbarkeit, der bey weitem nicht für jeden Frosch, weit weniger für jedes Thier überhaupt, derselbe ist, zuckt in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.], wo *e* ein mit *f* positives, *f* ein mit *e* negatives Metall . . . . bedeute, bey der Schliefsung der Kette, *c* oder die Extremität, deren Nerve mit dem positiven Metalle von beyden armirt ist, vorzüglich oder allein, und so bey der Trennung, *d* vorzüglich oder allein.

2. Wenn bey Verbleibung der nämlichen Armaturen *e*, *f*, die Erregbarkeit des nämlichen Präparats etwas höher ist, zucken bey der Schliessung, wie bey der Trennung, *c* und *d* zugleich, und zwar bey einem gewissen Grade dieser höheren Erregbarkeit, beyde jedes Mal in völlig gleichem Grade.

3. Ist die Erregbarkeit von *abcd* noch höher, so zucken bey der Schliefsung *c* und *d* ebenfalls noch beyde zugleich, auch mit nicht sonderlich zu unterscheidenden Grade; bey der [322 Trennung aber *c*, oder die mit dem positiven Leiter erster Klasse armirte Extremität, am stärksten oder auch bereits ganz allein.

4. Ist die Erregbarkeit wieder noch höher, so zucken bey der Schliessung wohl auch noch beyde, *d* aber stärker wie *c*; bey der Trennung *c*, und gewisser, allein, wie vorhin.

5. Ist sie aber auf der äufsersten Höhe, so zuckt bey der Schliessung *d*, oder die negativ armirte Extremität ganz allein, und eben so bey der Trennung *c*, oder die positiv armirte Extremität ganz allein; beyde sehr heftig.

Aufserst erregbare Frösche fangen also sogleich nach der Tödtung mit dem Phänomene No. 5. an, bleiben dabey, so lange es die anfängliche Höhe ihrer Erregbarkeit erlaubt, gehen dann allmälig durch No. 4., 3., und 2., in No. 1. über, und geben endlich bey der Schliessung der Kette nur in *c*, bey der Trennung nur in *d* allein, noch einige Contraction, bis zuletzt auch diese verschwindet, und das Präparat auf die im Vorigen beständig angewandte Körperdifferenz von *e f*, auf keine Weise sichtlich mehr reagirt.

Nicht jeder Frosch aber, welcher aufser den Phänomenen No. 1., in den frühern Zeiten seiner Erregbarkeit noch andere als diese giebt, durchläuft diese ganze Scale. Nachdem er von Anfang an mehr oder weniger erregbar, oder seine Todesart weniger oder mehr nachtheilig für ihn gewesen war, trifft man ihn bey den ersten Versuchen nach
323] Vollendung des Präparats wirklich bey No. 5., oder sogleich bey No. 4., oder 3., oder 2., und dann durchläuft er, die Zeit der Abnahme seiner Erregbarkeit über, entweder 5. bis 1. ganz, oder nur 4.,

oder 3., oder 2. bis 1. Nie habe ich gesehen, daſs ein Frosch, der [z. B. auf No. 3. gefunden wurde, einige Zeit nachher bey Anwendung des nämlichen Metallpaars, No. 4., oder gar No. 5., gegeben hätte. Diese Erregbarkeit nimmt nur ab, nie zu. Selten, und erst in der Jahreszeit, wo die Frösche am mattesten sind, findet man einen ausgewachsenen gesunden Frosch sogleich bey No. 1., oder gar da, wo bey der Schliessung, wenn man schnell genug präparirt hat, durchaus nur *c*, bey der Trennung durchaus nur *d*, zuckt. Daſs ich in frühern Zeiten sie so häufig hier fand, kam bloſs daher, daſs ich die meisten Versuche mit Fröschen erst nach der Zeit ihrer Begattung, die sie schnell, sehr erschöpft, anstellte, und damals noch die Geschwindigkeit im Präpariren nicht besaſs, sie selten auch nöthig glaubte, die ich mir später nach so vieler Uebung erwarb. Nach dieser Zeit habe ich im Winter und vor der Zeit der Begattung, fast alle Frösche in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.], (wo *e* Zink, *f* Silber bedeutet), mehr oder weniger auf No. 5., etwas später auf No. 4., in der Mitte des Sommers gewöhnlich wenigstens auf No. 3., und erst gegen Ende desselben zu Anfange des Herbstes auf No. 2., oder zuweilen sogleich auf No. 1. gefunden. Späterhin aber stieg die Erregbarkeit schon wieder.

Die Nerven aller und jeder Thiere, an [324 denen ich noch Versuche anstellte, nachdem sie in Präparate, wie Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] verwandelt waren, starben von oben nach unten ab, d. i. die Erregbarkeit derselben wurde schwächer

und verlor sich zuerst an demjenigen Ende derselben, was im Leben, und in der Folge des Nerven-systems dem Gehirn am nächsten war. Dieses giebt Gelegenheit, an den Nerven Eines und desselben Präparats mehrere Zustände der Erregbarkeit zugleich anzutreffen. Die beyden Extremitäten *c* und *d*, Fig. 89., [Taf. IV. Fig. 5.], seyen getrennt, ihre Nerven an den Enden mit *e f* armirt, und weiter nach den Muskeln zu, zuerst bey *m* und *m*, durch ein Stück nassen Schwammes oder Muskelfleisches *k* verbunden. Darauf schiebe man in einem folgenden Versuche *k* bis *nn* und *ef* bis *mm*, dann *k* bis *oo* und *ef* bis *nn*, und so fort. So wird es leicht, die Stellen *ml*, *ml* der Nerven zu finden, wo ihre Muskeln *c* und *d* z. B. die Phänomene No. 2. geben; ferner die Stellen *mn*, *mn*, wo sie die Phänomene No. 3., und besonders *pq*, *pq*, wo sie die Phänomene No. 4. geben; und beym Zurückgehen mit *k* und *ef* die Phänomene No. 4. bis 2. sich rückwärts wiederholen zu sehen. Ja, ich habe zuweilen, wenn die Nerven lang genug heraus präparirt waren, an Einem und dem nämlichen Froschpräparate alle fünferley Phänomene zugleich, hervorbringen können.

Sie wissen, worein sich die Phänomene No. 1. verwandeln, wenn man, statt der Kette Fig. 85. 325] [Taf. IV. Fig. 1.] eine Kette wie Fig. 86. [Taf. IV. Fig. 2.] mit blofs Einer Extremität nimmt, oder auch mit beyden Extremitäten, aber wie Fig. 90., [Taf. IV. Fig. 6.], construirt. Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] gleicht einer Verbindung von zwey Ketten

Fig. 91. und 92. [Taf. IV. Fig. 7. und 8] = Fig. 93. und 94. [Taf. IV. Fig. 9. und 10.]. Was das feuchte Stück Schwamm oder Muskelfleisch α in Fig. 91. [Taf. IV. Fig. 7.] für *ca*, ist in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1] *db* für *ca*; was β in Fig. 92. [Taf. IV. Fig. 8.] für *db*, ist in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] *ca* für *db*, mit dem einzigen Unterschiede, daſs die Aequivalente α's und β's in letzterer Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] wieder erregbare Organe sind, in Fig. 91. und 92. [Taf. IV. Fig. 7. und 8.] hingegen nicht. In Fig. 91. = 93. [Taf. IV. Fig. 7. = 9.] haben Sie also bey der Schlieſsung und Trennung das nämliche, als in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] an *ca* allein; und in Fig. 92. = 94. [Taf. IV. Fig. 8. = 10.] bey der Schlieſsung und Trennung dasselbe, als in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] an *db* allein. Und somit können Sie leicht voraussehen, was bey jedem der oben aufgezählten Zustände des Organs in Fig. 91. und 93. oder Fig. 92. und 94. [Taf. IV. Fig. 7. und 9. oder Fig. 8. und 10.] geschehen wird. Es geschieht wirklich; und wenn z. B. das Präparat Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] die Phänomene No. 5. giebt, so giebt die Hälfte desselben, nach Art von Fig. 86. [Taf. IV. Fig. 2.], oder auch das Ganze, aber nach Art von Fig. 90. [Taf. IV. Fig. 6.] angeordnet, wenn *e* = Zink, *f* = Silber, Fig. 93. [Taf. IV. Fig. 9.] bey der Schlieſsung nichts, sondern bloſs Trennungszuckung; Fig. 94. [Taf. IV. Fig. 10.] hingegen bloſs Schlieſsungszuckung, und nichts von Trennungszuckung; statt, daſs, wenn in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] die Phänomene No. 1. zugegen gewesen wären, in Fig. 93. und 94. [Taf. IV.

Fig. 9. und 10.] alles umgekehrt, oder so, wie ich es im Beweis u. s. w., S. 3. und 4., erzählt habe, eingetroffen seyn würde. Befand sich Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] bey No. 3., so haben Sie in Fig. 93. wie in 94. [Taf. IV. Fig. 9. wie in 10.] Schlies-
326] sungs- und Trennungszuckung zugleich, und beydes ohne merklichen Unterschied.

Es kann nicht fehlen, dafs diese Auseinandersetzung Rechenschaft über eine Menge von Anomalien ertheilt, auf welche aufmerksame Experimentatoren, wie z. B. früher schon Pfaff, (Ueber thierische Electricität und Reizbarkeit, 1795. S. 75. 76.), später Treviranus, (Annalen, VIII. 44 u. f.), und andere, bis daher geriethen; und letzterer würde die Widersprüche, in denen manche von seinen Versuchen mit den meinigen zu stehen scheinen, anders eingekleidet haben, wenn ihm zur Zeit seiner Mittheilung derselben obige Bemerkungen, vorzüglich aber noch folgende, bekannt gewesen wären, die ich ebenfalls schon in jenem Winter 1798 zu machen das Glück hatte.

Man habe einen von Anfang an äufserst erregbaren Frosch durch alle obige fünf Nüancen mit bestimmter Armatur *e* und *f*, z. B. mit Zink und Zinn, durch verfolgt. Hätte man mit diesem Zink und Zinn so eben z. B. die Phänomene No. 3. gehabt, so würde man gleich darauf, wenn man eine gröfsere Körperdifferenz, wie Zink und Silber, oder, noch besser, Zink und Graphit, angewandt hätte, nicht mehr die Phänomene No. 3., sondern No 2., ja vielleicht sogar schon No. 1., und doch

wenn man abermals sogleich darauf wieder die vorige Differenz Zink und Zinn angebracht hätte, von neuem die Phänomene No. 3., gehabt haben, wie vorhin. Eine kleinere Differenz als Zink und Zinn, namentlich Eisen und Kupfer, dage- [327 gen, würde zu der nämlichen Zeit, statt No. 3., die Phänomene No. 4., ja gar No. 5., gegeben haben, und doch sogleich darauf mit Zink und Zinn wieder die Phänomene No. 3., oder mit Zink und Graphit No. 4. und selbst 5. Im Allgemeinen: je höher die angewandte Körperdifferenz erster Klasse bey einem gegebenen Zustande des Organs ist; desto niedriger, je geringer jene, desto höher wird die Nummer des Phänomens, das die angewandte Differenz mit einem und dem nämlichen Organe giebt. Darum ist es weit leichter, und es gehört bey weitem keine so hohe Erregbarkeit des Organs dazu, mit einer Kette aus Eisen und Kupfer, oder noch mehr, mit einer aus Platina und Silber oder Gold, die Phänomene No. 5. zu erhalten, als mit einer Kette aus Zink und Silber, oder Zink und Graphit. Daher die Beobachtung, die ich sogleich nach Bekanntwerdung der Voltaischen Säule im Jahre 1800 machte, und seitdem jederzeit bettätigt gefunden habe, daſs vor einer Säule aus 50 bis 100 Lagen Kupfer und Zink, kein einziger, selbst der allerregbarste Frosch, der zu finden seyn mag, die Phänomene No. 5., nicht einmal No. 4., sondern höchsten die No. 3., weit gewöhnlicher aber nur die No. 2. und 1., giebt, wenn er gleich den Augenblick vorher die erstern mit einer einzelnen Kette

aus Kupfer und Zink, ja Zink und Graphit, aufs beste gegeben hatte*).

328] Ferner: Nach der Nummer des Phänomens, welche das Froschpräparat, oder ein Thierisches überhaupt, mit einem Metallpaare bestimmter Differenz giebt, richten sich auch diejenigen Modificationen der Erregbarkeit bey geschlossener Kette, welche ich im Beweis u. s. w., §. 20., und in den Beyträgen a. m. O., umständlich beschreiben und aus einander gesetzt habe. Ein Versuch, der mit Wenigem Alles erläutern wird, und den ich, als den umfassendsten unter vielen andern, oft wiederholt habe, ist dieser: Man schliefse ein ganz vorzüglich erregbares Präparat, und zwar am besten eines aus dem Winterschlafe geweckten Frosches, das mit Zink und Silber in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] die Phänomene No. 5. äufserst entschieden zeigt,

---

*) Da Voltaische Säulen durch ihre Wirkung die Er-
328] regbarkeit beträchtlich und schnell schwächen, so wird die Behandlung sehr oder zu erregbarer Froschpräparate mit ihnen auf die Art, dass die Nerven derselben mit dem + ≈, die Muskeln mit dem — ≈ Pole, zusammenkommen, zugleich ein Mittel, in wenigen Sekunden sie bis auf jeden beliebigen niedern Grad der Erregbarkeit, und so auch bis auf den, wo sie die Phänomene No. 1. bey blofs Einem Paare sehr wenig verschiedenen Metalle, mit der gröfsten Entschiedenheit geben, herabzubringen; ein Mittel, das bey Zurichtung von Präparaten, die zu Bestimmung des Orts eines Körpers in der Spannungsreihe dienen sollen, oft grosse Dienste leistet.

(folglich nach Vergleichung mit andern ähnlichen sie wenigstens noch eine Viertelstunde lang zeigen würde), zur Kette, und lasse diese 6 bis 10 Minuten ge- [329
schlossen. Bey der Oeffnung findet man dann den mit dem *Silber armirten* Schenkel *deprimirt*, den mit dem Zink armirten *exaltirt*. Man schliefse gleich wieder, und untersuche nach neuen 10 bis 20 Minuten. Entweder findet man bey der Oeffnung der Kette die Vertheilung beyder Wirkungen nicht mehr so bestimmt, oder man weifs auch schon fast ganz und gar keinen Unterschied zwischen beyden Extremitäten mehr anzugeben. Fast möchte man zuweilen bald sagen, *beyde* wären *exaltirt*, bald, *beyde* wären *deprimirt*. Man schliefse wieder, und lasse 20 bis 30 Minuten, oder auch noch länger, geschlossen; bey der Oeffnung findet man den *Silberschenkel* durchaus nicht mehr deprimirt, sondern *stark exaltirt*, den *Zinkschenkel* hingegen *schwach deprimirt*, oder auch, wenn die Schliefsung lange genug dazu angehalten, diesen schon *stark* deprimirt. Schliefst man abermals von Neuem, und läfst nur 20 bis 30 Minuten, oder überhaupt die gehörige, nicht bis auf die Minute genau anzugebende, Zeit geschlossen, so findet man nun *ganz bestimmt* den *Silberschenkel ganz aufserordentlich exaltirt*, den *Zinkschenkel ganz aufserordentlich deprimirt*, so sehr, dafs oft auf keine Weise mehr mit Zink und Silber oder selbst noch beträchtlich gröfseren Differenzen, Zuckungen an ihm zu erzwingen wären. — Aus Gegenversuchen überzeugt man sich, dafs die bisweilige Oeffnung und Wiederschliefsung der Kette,

zu allem nichts, oder so wenig, daſs es nicht an-
330] zuschlagen ist, beygetragen haben. — Auf diese Weise nun ist in jedem Versuche über Modification der Erregbarkeit der Erfolg dem Zustande der allgemeinen Erregbarkeit des Organs angemessen, welcher so eben Statt hatte, als man den Versuch beschloſs, und der mögliche Mangel von völliger Entschiedenheit jenes für eine oder die andere Nummer der oben angeführten Phänomene, verbunden mit dem, daſs das nämliche Organ während Einer Schliessung mehrere Zustände der Erregbarkeit durchgegangen seyn kann, ohne daſs die in jenen Modificationen sich ausdrückenden Folgen davon, einander schon gänzlich abgelöst haben, giebt wieder Rechenschaft über eine Menge Anomalien, denen man sich ausgesetzt glauben kann, ohne, nach Berücksichtigung alles Vorigen, es doch zu seyn.

Bedenken Sie ferner, was oben über die Aenderung der Phänomene mit der Aenderung der angewandten Metalldifferenz, über die Art der Gültigkeit desselben auch für Ketten wie Fig. 92. und 94. [Taf. IV. Fig. 9. und 10.], u. s. w., gesagt wurde, so wird es Sie vollends nicht wundern, wie so mancher Experimentator, der noch nichts von dem allen weiſs, beym ersten Eintritte in das weite Gebiet dieser Erscheinungen, trotz alles Dessen, was ihm früher zum Leitfaden dienen konnte, in ein Labyrinth gerathen zu seyn glauben muſs, aus welchem ihm kaum ein Ausweg möglich scheint. Nicht minder werden Sie begreifen, wie selbst ich, der ich doch von 1796 bis 1798, und kaum mit andern Waffen, als einem einzigen Stück Zink und

Silber, ganz unter Fröschen lebte, erst zu [331 Ende des letztern Jahres einigermaſsen diesen Leitfaden so erblickte, als ich ihn eben dargestellt habe.

Schon längst hätte ich die hier erzählten Resultate bekannter gemacht, auch habe ich sie gleich in der ersten Ankündigung der Beyträge, (im Intell. Bl der A. L. Z., 1799., März), für dieselben unter der Ueberschrift: über entgegengesetzte Zustände der Erregbarkeit, u. s. w., mit versprochen. Der Grund aber, daſs es bis jetzt noch nicht, und auch hier nur Auszugsweise geschah, ist der, daſs ich ebenfalls zu jener Zeit bereits einen anderen Gegensatz zwischen den Streck- und Beugemuskeln thierischer Organe überhaupt entdeckte, von dem ich sehr bald fand, wie innig er mit jenen Erscheinungen zusammenhänge, und schon so weit war, zu sehen, daſs alle obige Erscheinungen einzig von ihm und seiner Geschichte, (während des Absterbens des Organs), abhängen müſsten. Und erst in dieser Vollständigkeit und durchgängigen Klarheit wollte ich das Ganze abhandeln. Andere Geschäfte aber brachen die Vollendung desselben ab; nachher nahm Volta's Säule auf lange Zeit die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen bey einfacher Kette weg, und noch habe ich nicht wieder darauf zurückkommen können. Bloſs die Nothwendigkeit, desselben hier zu gedenken, und die Hoffnung, daſs bald wieder recht viele, die seit 1800 fast wie in Verachtung gekommene einfache galvanische Kette, neuen Zeitaufwandes

332] werth halten werden, hat mich bewogen obiges Fragment einstweilen mitzutheilen, bis ich im Stande bin, das Ganze schöner und wichtiger darzustellen.

Doch darf ich auch jetzt noch nicht davon hinweg, ohne noch einen Punkt zu erörtern, der wenigstens im voraus beweifst, dafs der Grund jener Phänomene, wie auch der Schein seyn möge, dennoch in dem erregbaren Präparate, als gewesenen Gliede eines organischen Ganzen, liege, und auf gewöhnlichem, bey todten Körpern betretenem Wege, nicht aufgefunden werden könne.

Sobald mir Davy's Beobachtung, dafs von Eisen und Kupfer, mit Wasser zu einer Säule geschichtet, das Eisenende, mit Schwefelkali - Auflösung aber das Kupferende, das + = oder Oxygenende sey*), bekannt wurde, glaubte ich, dafs mit dem Organe, als chemische Masse betrachtet, von da, wo es z. B. eben mit Eisen und Kupfer die Phänomene No. 5. giebt, bis dahin, wo es mit den nämlichen Metallen die von No. 1. giebt, während 333] des sogenannten Sinkens der Erregbarkeit, eine Veränderung von einem ähnlichen Unterschiede vor-

---

*) S. Pfaff's und Friedländer's Französische Annalen, Heft III. S. 117., — wo aber, durch einen in diesem Journal bey Uebersetzungen aus dem Französischen öfters vorkommenden Fehler, (den ich für diesen Fall, nachdem mir alle Versuche mit schwefelsaurem Kali mifslungen waren, erst errathen mufste), Sulfure de potasse durch „schwefelsaures Gewächsalkali", übersetzt ist.

gehen möge, als etwa der von Wasser und Schwefelkali-Auflösung wäre. Die Versuche aber, welche ich sogleich anstellte, widersprachen diesem ganz und gar.

Aus der erwähnten Ansicht folgte, dafs, wenn in der Kette Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.], wo *e* Eisen, *f* Kupfer sey, (bey schwacher Erregbarkeit), die Schliefsungszuckung auf der Eisenseite war, sie, wenn ich in Fig. 95., [Taf. IV. Fig. 11], an *a* erst eine Armatur von Schwefelkali-Auflösung $\gamma$, und eben so eine $\delta$ an *b*, und darauf an diese beyden nun die Metalle *e* und *f* brächte, nicht mehr auf der Eisen-, sondern auf der Kupferseite, seyn müfste. Dies geschah aufs beste. Ferner mufste auch die Umkehrung der Pole nur bey schwacher Metalldifferenz Statt haben, bey stärkerer aber wegfallen, und die gerade Wirkung, wiewohl schwächer, wieder eintreten. Ich nahm deshalb zu *e* und *f* Zink und Silber. In der That war nun die Schliefsungszuckung wieder in *c*, die Trennungszuckung in *d*. Weiter folgt: dafs, wenn das Organ so erregbar wäre, dafs es in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] bey *e* = Eisen, *f* = Kupfer, so eben noch die Schliefsung auf der Kupferseite gäbe, dies wegfallen müfste, sobald ich in einer neuen Kette Fig. 95. [Taf. IV. Fig 11] zwischen *a* und *e*, und *b* und *f*, zwey Lagen reinen Wassers $\gamma$ und $\delta$, und an diese erst die, (es versteht sich, äufserst reinen), Armaturen von Eisen und Kupfer brächte. Die Schliefsungszuckung hätte dann nicht mehr auf der Kupfer-, sondern auf der Eisenseite seyn müssen. Aber: — sie war [334

und blieb auf der Kupferseite. Ich konnte noch geringere Metalldifferenzen, wie Platina und Silber, nehmen, aber sie kam nicht auf die Platina-, sondern blieb auf der Silberseite. Sobald ich hingegen in das Wasser, im Versuche mit Eisen und Kupfer, etwas Schwefelkali brachte, war die Zuckung von der Kupferseite sogleich herüber auf die Eisenseite. Ich glaube, entscheidender kann man die Versuche, welche ich in ein noch viel feineres Detail, als hier der Ort es zu erzählen ist, verfolgte, nicht wünschen.

Der Grund jener Phänomene No. 1. bis 5. in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] bleibt also das ausschliefsliche Eigenthum der sie gebenden Organe als organischer selbst; ein Satz, der um so interressanter wird, wenn ich anführe, dafs ich den Zustand eines vom Ganzen abgebrennten Organs, wo es in Fig. 85. [Taf. IV. Fig. 1.] mit Zink und Silber die Phänomene No. 5. giebt, (oder, wie ich mich sonst der Kürze wegen ausdrückte, wo es „Silbererregbarkeit" zeigt), einzig noch bey Fröschen, also allgemeiner wohl, nur unter den Amphibien, angetroffen habe; dafs, soviel ich mich erinnern kann, Fische, höchstens den Zustand No. 3., oder die „mittlere Erregbarkeit", noch so schnell präparirte Organe von Vierfüfsern höchstens den No. 2.; Vögel niemals mehr als No. 1., und eben so amputirte Schenkel von Menschen nur diesen Zustand, oder den der „Zinkerregbarkeit" allein, und noch dazu so schwach, dafs nicht einmal die geringe Eisen-Kupfer-Differenz etwas mehreres

gab, zeigten; — daſs also, je höher und dauern- [335
der überhaupt die Erregbarkeit im Thierreiche ist, um desto mehr die einzelnen Organe oder ihre Nerven der Annäherung und Erreichung der Silbererregbarkeit fähig sind; je geringer und kürzer jene aber ist, sie um so mehr auf die Zinkerregbarkeit, (zuletzt auf sie ganz allein), eingeschränkt sind; — und daſs alles Leben, so hoch in den besten, so tief in den schlechtesten Fällen, es auch gestanden haben möge, einmal wie das andere, in dem Einen und nämlichen Zustande der überall letzten, der Zinkerregbarkeit, erlösche.

## XXXI.

**Dictate aus Vorlesungen über den Galvanismus, gehalten zu Jena im Winter 1803 bis 1804. Erster Theil. Die einfache Kette *).**

*) Anmerkung. Die folgenden Dictate lasse ich ohne eine vorausgehende Inhaltsanzeige, indem sie selbst kaum etwas mehr, als Inhaltsanzeige der Lehre von der einfachen galvanischen Kette sind. Was übrigens das oft zu Indicative des Styls und Inhalts, mehr als ich selbiges sonst gewohnt bin, betrift, so darf ich zu seiner Rechtfertigung bloſs wiederholen, daſs sie für akademische Vorlesungen gearbeitet waren, und in solchen wirklich nachgeschrieben wurden. (Ich dictirte sie als Repetition nach bereits geschloſsener Abhandlung der einfachen Kette). Die Zuhörer in solchen suchen allemal und überall so viel Positives wie möglich, und man kann sogar dem Interesse des Anfängers für eine Wissenschaft schaden, wenn man, sogleich im Anfang vollends, zu ehrlich ist. Zweifel und Reue sind immer von gröſserer Bedeutung und Folge, wenn sie dem Glauben nach-, als

wenn sie ihm vorangehen, und selbst der Vorsichtigste hat, dafs er auch noch dieser Ordnung unterworfen, sein Bestes zu verdanken. Dies wende man denn bey dem Lesen dieser Dictate auch auf ihren Verfasser an, und schon, weil er noch jetzt der Meinung ist, dafs, was sie enthalten, vielleicht das Möglichste war, was sich zu Anfange des Jahres 1804 über die einfache Kette im Zusammenhange sagen liefs.

Dem ersten Theile dieser Dictate sollte ein zweyter über die Säule folgen. Es blieb indessen keine Zeit dazu mehr übrig, auch war sein Mangel schon auf andere Art ersetzt. Jetzt aber, ohne Bestimmung zu Vorlesungen, diesen Theil noch nachzuarbeiten, wäre eine Verstellung, zu der ich um so weniger aufgelegt wäre, als ich seit jener Zeit ununterbrochen zu einem System des gesammten Galvanismus vorarbeite, zu welchem selbst die besten „Dictate" doch nur im Verhältnifs des Skeletts zu seinem Körper stehen könnten.

*R.*

---

§. 1.

Galvanismus heifst diejenige Action, welche beym Uebergang einer nach dem Schema der blofsen Linie geordneten Reihe von Körpern zur Figur entsteht.

§. 2.

Da alle Körper hierbey in Berührung unter einander sind, und der Uebergang der Linie zur Fi-

gur selbst nichts als eine Berührung der beyden äufsersten Glieder der Linie unter einander ist, der Procefs aber, den Körper, wenn sie mit einander in Berührung kommen, beginnen, ein electrischer genannt wird, so ist auch der Galvanismus ein electrischer Procefs.

§. 3.

Alle Körper, sind, je zwey und zwey, des electrischen Procefses fähig. Nicht alle aber bey der blofsen Berührung. Die Körper bey denen sie hinreicht, nennt man Leiter. Bey einer grofsen Zahl anderer aber mufs Druck, Stofs, Reiben derselben gegen einander, zu Hülfe kommen. Diese nennt man Isolatoren. Da nun die Bedingung, unter der die letzteren electrischen Procefs beginnen, bey der Erregung des Galvanismus fehlt, als wobey die Körper blos in ruhige Berührung gebracht werden, so folgt von selbst, dafs nur die Leiter der Electricität zur Begründung galvanischer Processe, dafs überhaupt Körper in so fern dazu dienen können, als sie bey der blofsen Berührung des electrischen Processes fähig sind.

§. 4.

Es giebt indefs weder einen absoluten Leiter, noch einen absoluten Isolator. Alle Körper nähern sich blos dem einen oder andern Extrem mehr oder weniger. Auch läfst sich, genau genommen, selbst die leiseste Berührung zweyer Körper nicht ohne einigen Druck, Stofs, oder Reiben, construiren: Im strengsten Sinne wird also dennoch die Fähigkeit,

galvanische Processe zu begründen, allen Körpern zukommen, nur einem Theile von ihnen in ganz besonderem Grade, andern aber in einem so geringen, daſs das Product für die Erscheinung zu Null wird.

§. 5.

Wenn zwey Körper, auf welche Weise es auch sey, zu einer gemeinschaftlichen Grenze gebracht werden, erhält der eine von ihnen + *E*, der andere — *E*. Der lezte Grad von Unterschied beyder, zu welchem sie auf diese Art überhaupt gelangen können, heiſst ihre electrische Spannung. Jeden zwey Körpern ist ein bestimmter Grad derselben Gesetz.

§. 6.

Nicht jede zwey Körper aber kommen sogleich in bloſser Berührung dazu, ihn zu realisiren. Dieses thun nur die Leiter. Isolatoren müssen erst durch Drücken, Stoſsen, Reiben, dahin gebracht werden. Sind sie aber einmal bey ihm angekommen, so vermag sie nichts, das ihnen Zukommende, jetzt gewordene, Maximum von Spannung zu überschreiten, es sey denn, daſs einer oder beyde Körper chemisch geändert würden, womit aber sogleich zwey ganz andere Körper zugegen wären, denen eben darum auch eine ganz andere Spannung zugehörte.

§. 7.

Da je zwey Körper im wechselseitigen Conflict, jeder eine andere Electricität erlangt, der möglichen Electricitäten, der Art nach, überhaupt nur zwey

sind, so folgt, daſs schon von drey Körpern, wo je zwey und zwey zusammen angewendet werden, der eine mit einem der übrigen eine andere Electricität erhalten müsse, als mit dem andern derselben. Mit andern Worten: daſs ein und derselbe Körper bald +, bald — electrisch, werden müſse, je nachdem er mit diesem oder jenem Körper zusammengebracht wird. Hieraus entstünde für erwähnte drey Körper eine Reihe:

+
*a*
*b*
*c*
—

Würde von *ac*, *c* —, so würde auch von *ab*, a +, b —, werden, von *bc* aber würde dasselbe *b*, was vorhin — wurde, jetzt +, *c* —, werden.

§. 8.

Alle Körper bilden, soviel bis jetzt die Erfahrung gelehrt hat, eine solche Reihe, nur daſs sie aus eben so vielen Gliedern besteht, als Körper zur Untersuchung genommen wurden.

§. 9.

Die Skizze, welche sich aus den zeitherigen Erfahrungen von einer solchen Reihe geben läſst, ist folgende:

Diamant
Turmalin
Polirtes Glas
Wolle

Holz
Papier
Siegellack
Wachs
Mattes Glas
Schwefel
. . . . Metalle . . . .
Harz
U. s. w.

Von jeden zwey Gliedern dieser Reihe wird das obere von beyden +, das andere —. Wird daher dieses obere in Bezug auf ein anderes wieder unteres, und jenes das obere, so erhält es nicht mehr +, sondern —, und das jetzt obere +. So wird z. B. Wolle mit Glas —, mit Schwefel +, dieser mit Glas —, mit Harz aber +.

## §. 10.

Eine zweyte Eigenschaft dieser Reihe ist, dafs die Spannung, zu der je zwey Körper endlich gelangen können, um so gröfser ist, je gröfser der Abstand beyder Körper in obiger Reihe von einander ist. Für Diamant und Harz würde sie die allergröfseste, für Wachs mit Wachs z. B., oder für jeden Körper mit sich selbst, die allerkleinste, seyn.

Die bisherigen Electrisirmaschinen haben bereits die gröfsten Spannungen, welche anderweitige Umstände zulassen, aus obiger Reihe in Anwendung gebracht. Glas, und Harz, Seide, oder Metall, sind die gewöhnlichen beyden Hauptkörper derselben.

Die Metalle ausgenommen, sind alle Körper obiger Reihe Isolatoren; daher die Reibung, die man zur Erhaltung der je zwey Körpern möglichen Spannung, bey jenen Maschinen angewandt hat; und da sie selbst dann noch nöthig ist, wenn auch der eine von beyden Körpern nur, ein Isolator ist, diese Reibung noch bey Maschinen aus Glas und Metall, (dem Glascylinder . . . . und dem Amalgama des Reibzeugs.)

§. 11.

Eine fernere Eigenschaft jener Reihe ist, dafs die mögliche Spannung je zweyer Körper genau so grofs ist, als die Summe, welche aus den Spannungen entsteht, deren jede zwey Körper, die zwischen jenen liegen, und jene selbst mit den ihnen nächsten aus diesen, fähig sind. So gleicht die Spannung von Glas und Papier, der von Glas und Wolle, plus der von Wolle und Papier. So überhaupt die von *a* und *z*, der von *ab*, plus der von *bc*, u. s. w. bis und mit der von *yz*.

§. 12.

In obiger Reihe wurden die Metalle, wegen der im Verhältnifs zu denen der übrigen Körper der Reihe sehr geringen Unterschiede ihrer selbst unter einander, als Ein Glied aufgeführt. Unter sich aber bilden sie von neuem eine ähnliche Reihe, wie obi-

ge, und zwar ist, da sie sämmtlich Leiter, und sehr gute, sind, keine Reibung u. s. w. erforderlich, sondern die bloſse Berührung hinlänglich, damit sie sogleich die jedem Paare von ihnen zukommende Spannung realisiren. Zugleich schlieſsen sich an sie noch mehrere andere Körper an, die man nicht geradezu Metalle nennt, die aber doch eben so gute Leiter, wie sie, sind; als Kohle, Reiſsbley, eine Menge Verbindungen oder Vererzungen der Metalle durch Schwefel, Kohle, Phosphor, ja selbst durch Sauerstoff, wie z. B. der krystallisirte Braunsteinkalk.

§. 13.

Die Reihe, welche die Leiter bilden, ist, nach den betsen Versuchen darüber folgende:

Zink
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
Bley
Zinn
Eisen
Wismuth
Kobalt
Arsenik
Kupfer
Spiesglanz

Platina
Gold
Quecksilber
Silber
.
.
Kohle
.
.
Alle leitende Vererzungen der Metalle durch Schwefel, mit äufserst geringer Differenz von einander
.
.
.
Reifsbley
.
.
.
Braunsteinkalk
.
.
.
Titankalk (als Oisanit).

Von je zwey dieser Körper wird der obere +, der untere —, und es gilt von dieser Reihe überhaupt alles, was in §. 9 — 11. von der grössern, bis auf die Glieder letzterer meist aus Isolatoren bestehenden, gesagt wurde, mit dem einzigen Unterschiede, dafs hier alles das schon bey blosser Berührung geschieht, was dort erst durch Druck, Stofs, oder Reiben, erzwungen werden mufste.

Anm. Merkwürdig ist an dieser Reihe die grofse Distanz vom Zink bis zum Bley, die fast der vom Bley bis zum Silber gleichkommt, innerhalb welcher letzteren doch so viele Metalle zusammengedrängt sind, während in jener keines weiter.

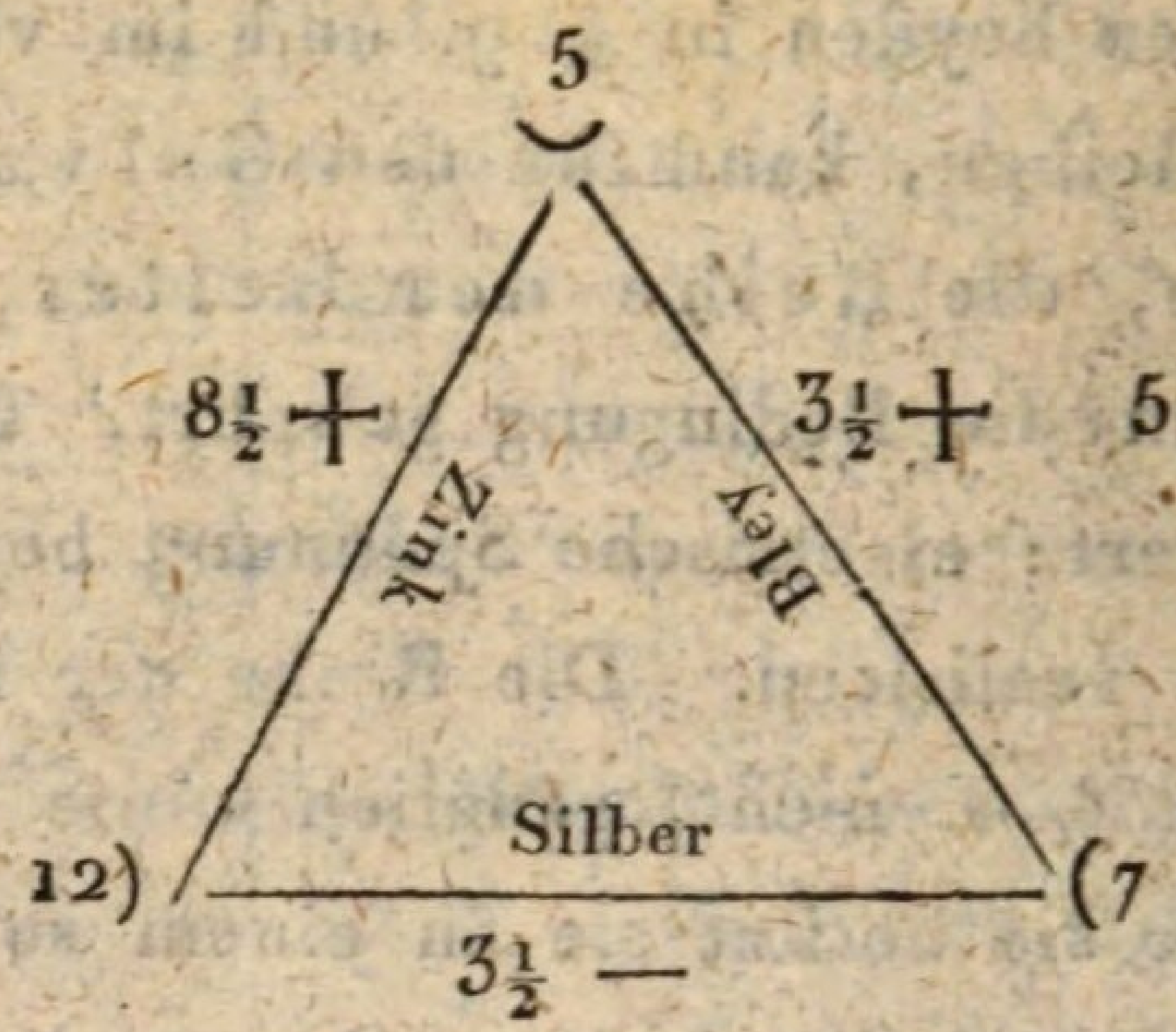
§. 14.

Von den beyden in §. 9. und im vorigen §. aufgestellten Reihen, kann für den Galvanismus nur die letztere, die Reihe der Leiter, interessiren, da sie allein die Bedingung gewährt, die jener zunächst fordert: electrische Spannung bey bloſser Berührung zu realisiren. Die Reihe der Isolatoren ist zwar nach §. 4. nicht gänzlich ohne diese Eigenschaft, aber sie besitzt sie in einem so äusserst geringen Grade, daſs wir von ihr nur zur Erklärung einiger seltenen Erscheinungen, keinesweges aber zu Versuchen, die in kurzer Zeit merkliche Resultate geben sollen, Gebrauch machen können.

§. 15.

Doch aber wäre selbst die letztere Reihe, die der Leiter, wenn man auch noch so viele Körper aus ihr zugleich anwendete, keine galvanische Action für sich allein zu begründen geschickt. Alles, was zwey Körper bey ihrem gegenseitigen Conflickt in electrischer Hinsicht beginnen, reducirt sich auf electrische Spannung, und jeder Vorgang mit ihnen ist (nach §. 5.) von einer solchen begleitet. Diese Spannung besteht in dem Unterschiede von + und $E$, den beyde Körper erlangen. Ist dieser Unterschied aber schon an den beyden äussersten Gliedern der Linie vorhanden, welche nach §. 1. zur Figur geschlossen werden soll, ehe diese Schliessung geschieht, so findet letztere schon vor, was sie erst thun sollte; es geschieht also nichts. Aus den Eigenschaften, welche die Reihe der Leiter nach §. 13. besitzt, folgt aber dieses unmittelbar.

Beyspiel:




5 + 7 = 12.

Es ist Gesetz bey ihr, daſs jede zwey Endglieder einer noch so langen Reihe von Körpern sich in einem nämlichen Zustand electrischer Differenz befinden, zu welchem sie die unmittelbare Berührung unter einander bringen würde.

§. 16.

Beyde Reihen, §. 9 und 13., bestanden einzig aus festen, oder, wenn ja flüſsige dabey waren, wie Quecksilber, wenigstens doch trockenen Körpern. Es giebt aber noch eine Menge flüſsiger und zwar feuchter Körper, welche theils isoliren, theils leiten. Zu der ersteren gehören die Oele, die flüſsigen Harze, die Naphthen, der Weingeist u. s. w. Zu den letzteren das Wasser; alle Auflösungen von Neutral- und Mittelsalzen, von Alkalien, Erden, und Säuren, in Wasser; kurz, jede Auflösung eines im Wasser auflöslichen Körpers, zu welcher Reihe im festen oder vorigen Zustande er auch gehört haben möge, in demselben; und Wasser ist es, was bey ihnen allen zugegen ist. Die erstere Art flüssiger

Körper gehen, als Isolatoren, den Galvanismus ebenfalls nichts, als höchst wenig, an. Auch können wir nicht einmal die Spannungsreihe, welche sie unter sich, und wieder mit der in §. 9. aufgestellten, bilden, aus Beobachtungen bestimmen, da Versuche darüber fast unausführbar sind. Die wasserhaltigen und leitenden Flüssigkeiten erlauben eher dergleichen; es sind aber ebenfalls erst so wenige von ihnen angestellt, dafs man blos die erste Anlage einer solchen Reihe kennt, welche aus

+
Säure
Wasser
Alkali
—

besteht, wo von je zwey Körpern der obere +, der untere —, wird.

§. 17.

Wie sich diese Reihe zu der der trockenen Leiter §. 13. verhält, ja, wie sie sich, noch so vollständig, zu ihr verhalten würde, weifs man genauer. Sie tritt im Versuch auf keine Weise als Theil in jene ein, oder jene gehört zu dieser als solcher. Man unterscheidet also beyde von einander, indem man die Glieder jener Reihe §. 13., Körper erster Klasse, die in §. 16. erwähnten Leiter aber Körper zweyter Klasse, nennt. Sobald man daher Körper differenter Klassen mit einander nach gehöriger Zahl und Art verbindet, treten Abweichungen in Menge von dem, was nach §. 14. Körpern blofs einer Klasse Gesetz war, hervor, und mit ihnen eben

so häufig die Möglichkeit mit Erfolg begleiteter Schliessungen der Linie zur Figur oder zur galvanischen Kette. Sobald die Endglieder einer Reihe Körper gemischter Klassen sich nicht mehr schon in dem nämlichen electrischen Unterschied befinden, der bey der unmittelbaren Berührung derselben die zu realisirende Spannung ausmachte, sobald ist auch noch etwas übrig, was erst bey der Schliessung, die diese unmittelbare Berührung einsetzt, zu geschehen hat, was dann, in seinen Folgen für die an andern Orten der Kette vorhandenen Spannungen, und der Zurückwirkung dieser auf jene, die fortdauernde Action mit sich bringt, die das Eigenthum jeder ächten galvanischen Kette ist, und Galvanismus genannt wird.

§. 18.

Folgende drey Punkte sind in dieser Hinsicht als Prämissen zu bemerken:

1) Die Spannung, welche zwey differente Leiter bey ihrer Berührung erlangen, ist so Gesetz für sie, dafs jede Wegnahme der Electricitäten, welche sie bilden, eine immer neue Setzung derselben zur Folge hat.

2) Obgleich, wenn zwey Körper, ohne Conflict mit anderen, zur Berührung gebracht werden, diese Spannuug sich gewöhnlich in + und — realisirt, so ist es doch, in andern Fällen, einerley, ob sie sich so, oder als ein blofser Unterschied von + und +, oder von — und —, realisirt, wenn der Unterschied selbst nur genau dieselbe Gröfse hat. 4 + und 2 + geben dieselbe Spannung, als 2 — und

4 —, und beyde, nebst 2 + und 0, oder 0 und 2 —, dieselbe, als 1 + und 1 —. Gleich grofse Unterschiede von *E* sind überhaupt durch das ganze Gebiet der Electricität in jeder Hinsicht von demselben Werth, sie mögen realirirt seyn, durch was sie wollen.

3) Die Spannungen, welche feuchte Leiter, unter sich, oder mit festen, setzen, sind im Ganzen beständig, und meist viel kleiner, als die, welche feste und feste, von irgend einer beträchtlichen Differenz, setzen, und namentlich bey Wasser ist die Spannung um so geringer, je näher der Leiter erster Klasse dem — Ende der Reihe §. 13. steht; das Wasser selbst erhält hierbey beständig + *E*, der Leiter erster Klasse aber — *E*.

## §. 19.

Aus diesen drey Punkten ergiebt sich auf Anleitung des Früheren die Construction der galvanischen Action in wirksamen Ketten nach folgendem Beyspiel.

Die Körper, welche die Kette bilden sollen, seyen: Zink, Silber und Wasser; die Spannung der ersten beyden = 12, der letzten beyden = 3, die des ersten mit dem letzten = 6.

Mit dem Wasser zuerst Zink zusammengebracht, wird ersteres 3 +, letzteres 3 —; das Wasser läfst darauf das Silber, der Spannung 3 zu Folge, auf 0. Eie Endglieder Zink und Silber sind also jetzt ebenfalls um 3 verschieden. Bey unmittelbarer Berührung aber sollen sie es um 12 werden.

Sie geschieht. Die 6 +, welche der Zink erhält, reduciren sich mit den vorhandenen 3 — auf 3 +, und die 6 —, die zugleich das Silber erhält, werden, der mit dem ersteren zu behauptenden Spannung von 12 wegen, hiermit auf 9 — genöthigt. Die jetzt vorhandeden 3 + des Zinks aber theilen sich auch dem Wasser mit, welches, da es mit dem Zink die Spannung 6 zu behaupten hat, dadurch auf 9 + steigt. Eben so die 9 — des Silbers dem Wasser, welches, der Spannung 3 wegen, nun 6 — zeigt. Es wäre in diesem Augenblick also das Wasser, von der einen Seite 9 +, von der andern 6 —. Dieses giebt eine Spannung von 15, welche das Wasser, als homogener Körper, nicht zu unterhalten fähig ist, — die sich also in ihm zu 3 + indifferenziiren. Es indifferenziiren sich aber nicht blofs die Electricitäten des Wassers, sondern auch die mit ihnen in Continuität stehenden der beyden Metalle. Indem also im Wasser durchgängig 3 + geworden, befindet sich der Zink, wegen der mit dem Wasser zu behauptenden Spannung, wieder auf 3 —, das Silber, aus gleichem Grunde, wieder auf 0. In dem Augenblick mufs also, nach §. 18. No. 1., die Differenz ZinkSilber wieder ihre vorige Spannung von 3 + für den Zink und 9 — für das Silber, herstellen, und damit den Zustand wieder, wie vor der Indifferenziirung im Wasser, geben. Welcher aber eben letztere von neuem wieder nothwendig macht, diese die nochmalige Herstellung jenes wieder, und so ins Unbestimmte fort. Auch geschieht im Versuche selbst nicht etwa jedes in einer besondern Zeit, sondern, so wie das Eine beginnt,

ist auch das Andere rege, . . . . und es ist Ein Procefs, dessen Dauer mit der der Figur oder Kette überhaupt, von gleicher Länge ist.

§. 20.

Auf diese Weise sieht man, in den beyden Metallen Zink und Silber, die Aequivalente des positiven und negativen Conductors einer Electrisirmaschine, und, in ihrer Grenze, das der Maschine selbst, welche sie ladet, im Wasser oder feuchten Leiter überhaupt aber, den Vermittler einer immerwährenden Entladung jener Conductoren, die eine immerwährende Wiederladung derselben zur Folge hat. Die Action der Kette selbst zeigt sich somit, als eine beständige electrische Differenziirung, die sich in anhaltender Indifferenziirung beständig wieder aufhebt, wodurch aber beydes, eines aus dem andern, nur immer von neuem wieder nöthig wird; — mit einem Wort: als erster Keim eines Lebens in und aus sich selbst, eines Organismus überhaupt.

§. 21.

In jeder galvanischen Kette, wo in irgend einem homogenen Körper differente Electricitäten, oder ein electrischer Unterschied, bey ihrer Schliefsung entsteht, den dieser Körper nicht zu unterhalten vermag, ist galvanische Action zugegen, deren Construction aus §. 19. für jeden einzelnen Fall leicht zu finden ist. Zu einem System der möglichen Fälle gehören folgende:

A) Zwey Körper der ersten Klasse mit einem der zweyten.

1) Wo der der der zweyten mit jedem der ersten + wird.

Beyspiel: Die Kette in §. 19.

2) Wo der der zweyten mit jedem der ersten — wird.

Beyspiel: Zink, Silber, Säure (z. B. Salzsäure). Differenz von $ZS$ = 12; von $S$ und Säure = 6; von $Z$ und Säure = 2. Aufzuhebende Differenz = 16.

3) Wo der der zweyten nur mit einem der ersten +, mit dem andern aber —, wird.

Beyspiel: ist noch unbekannt.

B) Ein Körper der ersten mit zweyen der zweyten.

1) Wo jeder der zweyten mit dem der ersten + wird.

Beyspiel: Zink, Alkaliauflösung, Wasser. Differenz von $Z$ und Alkali = 8; von Wasser und Alkali = 4; von $Z$ und Wasser = 6. Aufzuhebende Differenz = 6.

2) Wo jeder der zweyten mit dem der ersten — wird.

Beyspiel: Eisen, Salzsäure, Schwefelsäure (beyde mit Wasser verdünnt). Differenz von $E$ und Salzsäure = 8; von $E$ und Schwefelsäure = 6, von Salzsäure und Schwefelsäure = 4. Aufzuhebende Differenz = 2.

3) Wo nur einer der zweyten mit dem der ersten + wird, der andere aber mit ihm —.

Beyspiel: Zinn, Wasser, Salzsäure. Differenz von *Z* und Wasser = 4; von *Z* und Salzsäure = 2; von Wasser und Salzsäure = 6. Aufzuhebende Differenz = 12.

§. 22.

Eine Kette heifst total geschlossen, wenn der Körper, innerhalb welchem indifferenziirt wird, eben so gut leitet, als das Körperpaar, welches die aufzuhebende Differenz liefert; eben so, wenn er besser leitet. Partiell geschlossen heifst sie, wenn er schlechter leitet, als dieses. Im ersten Falle kommt die aufzuhebende Differenz in keinem Augenblicke zum Vorschein. Wohl aber im letzten Falle, und zwar im Grade des Uebergewichts der Leitung des genannten Körperpaars über die des Körpers, in welchem die Indifferenziirung geschehen soll.

§. 23.

Je mehr sich die Schliessung einer Kette der totalen nähert, je gröfser ist die Action der Kette selbst. Dennoch mufs sie für jede Kette, in der die Leitung des die aufzuhebende Differenz liefernden Körperpaars eine andere ist, beym nämlichen Grade der Schliessung auch eine andere seyn. Ueberhaupt aber verhält sich die jedesmalige Action in irgend einer Kette, wie die absolute Menge der in einer gegebenen Zeit differenziirt und indifferenziirt werdenden Electricitäten.

§. 24.

Die Leiter der ersten Klasse leiten im Verhältnifs zu denen der zweyten ganz aufserordentlich gut,

und unter sich wieder um so besser, je näher der Leiter dem postiven Ende der Reihe in §. 13. steht, oder, was dasselbe, im Allgemeinen, je oxydirbarer oder verbrennlicher er ist. Die Leiter der zweyten Klasse §. 15., obwohl im Ganzen als weit schlechtere, leiten ebenfalls in sehr und noch weit mehr von einander verschiedenen Graden, als jene. Wasser leitet schlecht. Auflösungen oxydirbarer Substanzen in ihm, z. B. Auflösungen von Weingeist, von Naphthen, von Gummi, concentrirte Schwefelleberauflösung, starkes Zuckerwasser, und dergleichen, im Allgemeinen schlechter, oxydirter in ihm aber besser, und um so besser, je oxydirter jene sind, z. B. Auflösungen von Alkalien, Erden, Metalloxyden in Wasser; Säuren, und unter diesen am besten die oxigenirte Salzsäure und das Königswasser; die Auflösungen der Salze, die aus den Verbindungen letzterer mit ersteren entstehen, besonders der Metallsalze, in Wasser; und alle diese Auflösungen um so besser, je concentrirter sie sind. Aus der organischen Welt leiten thierische flüſsige und feuchte Substanzen besser, als vegetabilische, und jede von beyden wieder um so mehr, je höher die Rolle war, die sie im Ganzen spielte, und je höher dieses Ganze in der Reihe der Organisationen selbst, in welchem sie dieselbe spielte.

§. 25.

Ferner leitet irgend ein gegebener Körper um so besser, 1) je kürzer, bey gleicher Dicke, die Länge, mit der er zwischen zwey andern enthalten ist; 2) je gröſser, bey gleicher Länge und Dicke, die Fläche

ist, in der er mit den übrigen gränzt. So ist z. B. in der Kette Zink, Silber, Wasser, die Action grösser, wenn die Wasserschicht, statt 1 Zoll, nur 1 Linie lang, wieder gröſser, wenn sie hierbey, statt 1 Linie, 1 Zoll, dann 1 Fuſs, u. s. w., breit, und für diesen Fall am gröſsten, wenn sie in gleicher Breite sowohl am Silber als am Zink anliegt. So würde ferner, wenn durch solche Vergröſserung einer Kette, in der sich Zink und Silber, wie etwa gewöhnlich, nur ohngefähr in $\frac{1}{100}$ Quadratlinie Fläche berührten, die Action mit erreichter totaler Schliessung (vergl. §. 22.) auf das Maximum gekommen wäre, dies dennoch von neuem fernerer Vergröſserung auf fortgesetztem obigem Wege fähig seyn, wenn jetzt Zink und Silber in 1 Quadratlinie, = Zoll, - Fuſs, u. s. w., in Verbindung kämen.

## §. 26.

Endlich leitet ein jeder Körper, unter übrigens gleichen Umständen, um so besser, oder, eigentlicher, um so mehr, je höher die Spannung ist, welche in ihm zur Indifferenz kommen soll, wenn er auch nicht geschickt seyn sollte, die in jedem Augenblick ihm dargebotene Differenz ganz aufzuheben. In einer Kette aus Zink, Silber, und Wasser, z. B., ist weit mehr absolute Action, als in einer aus Zink, Bley, und Wasser, in dieser immer noch mehr, als in einer aus Bley, Eisen, und Wasser. So scheint Molybdän, und, noch mehr, Pechblende, in der einfachen Kette ganz zu isoliren, und im Kreise einer Säule von hundert Metallpaaren kaum zu leiten, indeſs sie (letztere) den starken Strom der Conducto-

ren einer sehr grofsen Electrisirmaschine nur wenig schlechter, als selbst Metall, durch sich hindurchläfst. —

## §. 27.

Von §. 18. an waren wirksame galvanische Ketten jederzeit aus drey Körperindividuen differenter Klassen zusammengesetzt, und unter dieser Bedingung ist fast beständig galvanische Action da und nothwendig. (Denn bloſser und äuſserst seltener Zufall ist es, wenn ein Körper der zweyten Klasse, oder einer der ersten, mit zweyen der ersten, oder zweyen der zweyten, einmal die Spannungen genau so giebt, daſs bey der Schliessung der Kette keine aufzuhebende Differenz vorhanden ist.) Drey Individuen differenter Klassen zum wenigsten aber müssen vorhanden seyn. Denn bey nur Einem fehlt von selbst die Grundbedingung: Verschiedenheit der Klassen, und bey Zweyen, ob diese schon vorhanden ist, tritt doch der Fall wieder ein, daſs die Endglieder der Reihe sich schon im nämlichen Unterschied befinden, der bey unmittelbarer Berührung ihre Spannung auszumachen hätte, denn sie sind schon in dieser. Erst bey Dreyen tritt die, dann so allgemeine, Möglichkeit einer Abweichung hiervon ein.

Bey mehr wie drey Körpern aber wird diese schon wieder bedingter. Eine Kette aus Zink, Bley, Silber, und Wasser, wo bey der Schliessung Wasser zwischen *Z* und *S*, würde nur so stark, als *A*. 1. in §. 21., wo Wasser aber zwischen *Z* und *B*, wie eine Kette aus diesen und Wasser, ohne *S*, wirken. Vergl. §. 15., Ende. Eben so eine Kette aus Wasser, Säure

und Alkali, mit Zinn zwischen *W* und *A*, wie dieselbe Kette ohne Säure, und mit *Z* zwischen *W* und *S*, wie ohne Alkali. Denn von der Reihe der Leiter zweiter Klasse §. 16., muſs dasselbe gelten, wie von der der ersten in §. 15. Ueberhaupt: zwey heterogene Körper durch einen oder sehr viele derselben Klasse, welches auch diese Klasse selbst sey, unterbrochen, gleichen in galvanischer Hinsicht genau dem Paare ohne diese Unterbrechung. Zwey homogene Körper Einer Klasse durch einen der andern unterbrochen, gleichen ebenfalls den erstern beyden ohne solche Unterbrechung, und diese zwey wieder Einem. So giebt eine Kette aus Zink, Silber, Wasser, Eisen, Wasser, Alkali, Säure, Wasser, Silber, Kupfer, Bley, Zink, bey der Schlieſsung mit *Z* und *Z*, oder wo es auch sey, eben so wenig galvanische Action, als eine Kette aus letzteren allein, oder ein einziges Stück Zink für sich selbst; wohl aber, sobald man irgendwo das Wasser, das Eisen, oder das Silber, wegläſst. In Ketten aus mehr denn drey Körpern, wo keiner der hier erwähnten Fälle vorkommt, ist bloſs dann Mangel aller Action, wenn, jedoch höchst selten, zufällig die Spannungen, welche die Leiter erster Klasse unter sich setzen, durch die Unterschiede, die damit die Endglieder ihrer Reihe erlangen, den durch die Spannungen der Leiter der andern Klasse unter sich bewirkten Unterschieden der Endglieder ihrer Reihe so entsprechen, daſs die Unterschiede beyder vorigen (Unterschiede) unter einander wieder, genau die Spannungen ausdrücken, die sich beym Conflict der Reihe einer Klasse mit der der andern erst bilden, und damit Action veranlaſsen sollten. In jedem andern Falle

ist Action da, die sich, unter übrigens gleichen Umständen, (vergl. §. 24 — 26.) verhält, wie der Ueberschufs der Differenz, die bey der Schliefsung sich bildet, über die, welche die hierbey sich zu behauptende Spannung, als Differenz selbst, zu unterhalten vermag, und wenn dieser gleich, wie die in § 25 — 26. angegebenen Umstände, oder, wenn mehrere zugleich vorhanden sind, wie ihr Product, immer aber (vergl. §. 22.) wie die absolute Menge der in einer gegebenen Zeit innerhalb der Kette differenziirt und indifferenziirt werdenden Electricitäten selbst.

§. 28.

Die Action der geschlossenen galvanischen Kette ist, zu jeder Zeit, in jedem ihrer Glieder gleich stark vorhanden. Bey der Schliefsung letzterer wird *Z* in §. 21. *A*. 1. z. B., in den nämlichen Grad von Activität, als Silber, und dieses in den nämlichen, wie jedes der erstern, versetzt und erhalten.

§. 29.

Diese Activität besteht überall in dauernder De- und Reconstruction der electrischen Indifferenz. Bisher wurde erstere, namentlich für letzterwähnte Kette in §. 20. nur an der Grenze von *Z* und *S*, letztere im Wasser, erkannt, und als wären beydes an verschiedenen Orten getrennt vorkommende Acte. Was zwischen diesen Orten zu beyden Seiten vorkam, wurde schlechthin Leitung genannt. Bey näherer Ansicht aber löst sich auch diese in denselben unendlich öftern Procefs auf, welcher, wie in zwey Hälften zerfallend, an nur zwey Stellen der Kette

bloſs einmal vorkam. Jeder Leiter leitet Repräsentationsweise. Dem Leiter *A* Fig. 96., werde in *α* z. B. + dargeboten. Im Conflict mit *A* greift es zunächst an der Grenze von *A* in dessen eigne electrische Indifferenz ein, differenziirt diese, indem es selbst, sich mit seinem Entgegengesetzten, dem —, indifferenziirt. Das dargebotene + ist in diesem — zu Null verschwunden, *A* an seiner Grenze aber eben so viel + geworden, als jenes + betrug. Dieses + greift von neuem in die ihm zunächst befindliche bis jetzt noch ungestörte Indifferenz ein, thut mit ihr das nämliche, wie jenes + mit der vorigen, das hier übrige + abermals mit der nächsten, und so fort, bis der Proceſs bey *β* angelangt ist, und sich hier eben so viel absolute Menge von (zwar ganz anderem, doch gleichem) + befindet, als das, was zuerst *A* bey *α* dargeboten wurde. Grenzt *A* nicht von neuem mit einem *B*, so vertheilt sich dieses + auf ähnliche Art, als eben beschrieben, durch und über das ganze *A* gleichförmig, oder vielmehr, diese Gleichförmigkeit bildet sich schon während jenes ersten Leitungsprocesses. Grenzt aber wirklich ein *B* mit ihm, was ebenfalls leiten kann, so fährt dieses + im Grade der Leitung von *B* fort, mit ihm das nämliche zu thun, was das erste + zuvor mit *A*; und so fort, nach Maaſsgabe der Zahl und Länge und Gröſse vorhandener Leitung überhaupt. Sind *A* und *B* selbst heterogen, und haben darum schon zu Folge des bloſsen Nebeneinander eine electrische Spannung zu behaupten, so hat das bloſs den Einfluſs, daſs, wenn z. B. *B* + wäre, indem *A* o, das durch *A*, zunächst an der Grenze von *B*, und dann ferner,

in diesem erweckte +, sich zu dem schon aus der Spannung von *B* mit *A* in *B* gegenwärtigen addirt, und damit ein um so höheres + giebt. Alles übrige bleibt dasselbe.

Selbst in dem Augenblick, als zwischen zwey Körpern sich eine Spannung realisirt, hat nicht allein Differenziirung, sondern zugleich auch Indifferenziirung, Statt *C* und *D* seyen diese beyden. Jeder Körper mufs, insofern er überhaupt electrischer Influenz fähig ist, angesehen werden, als electrische Indifferenz selbst. Unmöglich aber kann im einen oder andern + oder — frey werden, ohne dafs die Indifferenz selbst — oder im andern Falle + verloren habe, und *C* z. B. kann — nicht anders als an *D*, *D* + nicht anders als *C*, verlieren. Im ersten Augenblicke des Contracts heterogener Leiter also wird an der Grenze wirklich zunächst *indifferenziirt*, welches mit *Differenziirung* für *C* und *D* verbunden ist, wodurch aber, eben jener *In*differenziirung wegen, für *C* nur +, für *D* nur —, übrig bleibt, welches + dann durch das ganze Continuum von *C*, und das — durch das von *D*, nach demselben Schema, was oben gegeben wurde, ferner fortgeleitet wird. Eine Kette aus zwey Leitern der ersten und einem der zweyten Klasse z. B. würde demnach, ihrer Action nach, durch Fig. 97. darstellbar seyn. Alles Differente, soviel es als solches in der Action der Kette vorhanden ist, geht aus o in o zurück, und die electrische Indifferenz, die vor aller Kette Statt hatte, bleibt, nur die Richtung ihrer De- und Reconstruction, in der sie früher auch schon bestehen

mufste, um nur überhaupt zu seyn, ändert sich. Was früher etwa durch Fig. 98. auszudrücken wäre, ist jetzt in Fig. 99. übergegangen; und in dieser Spaltung des Innern, wodurch es Aeufseres, und damit Zweyfaches, wird, dem neuen Innern, in dessen Bildung es sich doch wieder verliert, und der Einen Continuität desselben durch den ganzen Kreis der Galvanischen Kette, besteht die De- und Reconstruction der electrischen Indifferenz, die zu Anfang des §. als Gehalt jeder solchen Kette aufgeführt, und im Verfolg desselben als solcher bestätigt wurde. Das einzelne Seyn eines jeden Gliedes derselben für sich, ist jetzt mehr oder weniger mit dem der übrigen zu Einem zusammengetreten, und dies Gesammtseyn aller, in seiner Einheit und deren Grade, und die Action der Kette selbst, sind Eines.

§. 30.

Die Folgen, welche dieses Begriffenseyn jedes einzelnen Gliedes in jener gemeinschaftlichen Einheit für jedes hat, insofern sie unmittelbar, oder durch das, was sie weiter veranlassen, in die Sinne fallen, sind das, was wirklich beobachtet, das Heer von Phänomenen giebt, welches den Galvanismus zuerst berühmt gemacht hat. Die Grenzen differenter Körper sind der Ort ihres Auftritts; schon dafs zugleich hier Einheit mit der Mehrheit grenzt, giebt dies. Vor allem aber die Grenzen differenter *Klassen* von Körpern, wo jenes in noch höherem und anderem Grade Statt hat. Auch haben diese zur Zeit alle Aufmerksamkeit fast ausschliefslich auf sich gezogen.

§. 31.

Der oder die Körper der einen von beyden, der zweyten Klasse, sind beständig Wasser-haltige oder Wasser selbst. Im Kreise der Kette wird dieses Wasser zur Differenziirung aufgefordert. In dieser erschien es noch überall als Oxygen und Hydrogen. (Auch hatte es schon vor der Entdeckung der galvanischen Kette sich durch die + und — *E* der gewöhnlichen Electrisirmaschine zu diesen differenziirt.) Eben so hier. Das Oxygen erscheint, wo die electrische Indifferenz, die sich zwischen dem Körper erster und dem zweyter Klasse zu behaupten hat, durch + aus ersterem und — aus letzterem, das Hydrogen, wo sie durch — aus ersterem und + aus letzterem, gebildet und erhalten wird; — welches so Gesetz ist, daſs auch nicht eine Ausnahme davon bekannt ist, ja alle Differenziirung des Wassers in Oxygen und Hydrogen, die je Statt gehabt, darauf zurückzuführen ist.

§. 32.

Beständig geht in der einfachen Kette das Oxygen mit dem Metall, an dessen Grenze es erschien, zum Oxyd zusammen, was dann sich vom Metall abtrennt, und zu Boden fällt, oder, wie in Säuren, sich sofort in diesen auflöst, und so auf beyde Weise beständig regulinisches Metall mit der Flüssigkeit in Grenze bleiben läſst. Das Hydrogen hingegen geht mit dem Metall, an dessen Grenze es erschien, gewöhnlich keine Verbindung ein; nur wenige Körper, wie Kohle, Graphit (Reiſsbley), und Magne-

siumoxyd (Braunsteinkalk), wenn sie Glieder der Kette sind, absorbiren es unter Umständen, die erstern, um sich zu hydrogeniren, das letztere, um durch Abtritt eines Theils seines Oxygens an dasselbe, was damit wieder Wasser bildet, in niederem Grade oxydirt, zurückzubleiben. Geschieht nichts dergleichen, so erscheint es entweder als Gas, und tritt so überhaupt aus dem Kreise der Kette heraus, oder es verbindet sich mit andern in der Flüssigkeit der zweyten Klasse neben dem Wasser in ihm aufgelöst befindlichen Substanzen, wie mit Azot zu Ammoniak, mit Carbon zu Carbonhydrure, mit Schwefel zu Hydrothionsäure, u. s. w., oder, reducirt, wenn oxydirte Substanzen in ihn vorhanden, wie Metalloxyde, (die zum Theil bedeutend in Wasser aufgelöst seyn können), dieselben in Verbindung mit Säuren oder Alkalien als Metallsalze, Säuren, die leicht desoxydirbar sind, u. s. w., indem es dem jedesmaligen Oxyd das Oxygen entzieht, mit ihm zu Wasser zusammengeht, und den oxydirt gewesenen Stoff entweder minder oxydirt, oder als völliges Reduct, zurückläfst, in welchem letzterm Zustand von beyden dann, als keiner Auflösung in der Flüssigkeit mehr fähig, sie als besondere Masse sich eben so ausscheiden, wie oben das Hydrogen selbst als Gas. So wird, was den erstern Fall betrifft, aus oxygenirter Salzsäure gewöhnliche, aus Schwefelsäure schwefligte; was den zweyten, aus der nämlichen Säure Schwefel selbst, aus Salpetersäure Salpetergas u. s. w., aus Metallauflösungen Metall, geschieden. In keinem dieser Fälle aber wird unmittelbar auf das Oxyd gewirkt, überall bildet

sich erst Hydrogen, und dies bewirkt dann ferner gedachte Erscheinungen nach chemischer Nothwendigkeit.

§. 33.

Beyspiele zum vorigen sind: 1) Eine Kette aus Zink, Kupfer und Wasser. Der Zink oxydirt sich; am Kupfer entbindet sich Hydrogen, welches aber beym Conflict des Orts seiner Erscheinung mit der Atmosphäre, mit deren Oxygen sogleich wieder zu Wasser zusammengeht. 2) Eine Kette aus Zink, Silber, und Salzsäure. Das entstehende Zinkoxyd löst sich sogleich in der Säure auf; das am Silber entstehende Hydrogen aber entweicht als Gas. 3) Eine Kette aus Zink, Gold, und Salpetersäure. Das Zinkoxyd löst sich in der Säure auf; das Hydrogen am Golde geht mit einem Theile des Oxygens der Salpetersäure zu Wasser zusammen, indeſs die dadurch zum Theil desoxydirte Säure als Salpetergas erscheint. 4) Eine Kette aus Zink, Silber und schwefelsaurer Kupferauflösung. Das Hydrogen geht am Silber mit dem Oxygen des Kupferoxyds der Auflösung zu Wasser zusammen, und das so reducirte Kupfer setzt sich als metallisches am Silber an, indeſs das Zinkoxyd am Zink statt dieses reducirten Oxyds von der Säure aufgenommen wird.

§. 34.

Ueberall, wo in einer aus noch so viel Gliedern bestehenden wirksamen galvanischen Kette, Leiter der ersten Klasse mit welchen der zweyten grenzen, wird an diesen Grenzen einer Oxygen, an der andern Hydrogen, erzeugt, welches letz-

tere wiederum nach Umständen entweder als Gas erscheint, oder sogleich wieder andere Processe eingeht. Beyspiel einer solchen Kette ist: Salzsäure *a*, Zink, Gold, Salzsäure *b*, und Eisen *c*, welches *a* und *b* verbindet. Die Salzsäure muſs von solcher Concentration seyn, daſs sie das Eisen für sich in wenigen Minuten nicht merklich angreife. An der Grenze von Zink und *a* löst sich entstehendes Zinkoxyd in der Säure auf, an der vom Gold mit *b* bildet sich Hydrogengas. Zugleich aber löst sich letzterem Orte gegenüber, an der Grenze von *b* und *c* entstehendes Eisenoxyd in der Säure auf, ersterem gegenüber an der von *b* und *a* aber erscheint Hydrogengas. Der Erfolg dieser und ähnlicher Ketten geht unmittelbar aus §. 29., verglichen mit §. 31., hervor.

§. 35.

Jede der bisher noch aufgeführten Ketten hatte einen Zwischenraum in ihrer Mitte, bey drey Gliedern z. B. glichen sie einem Dreyeck, dessen Fläche von leitenden Substanzen leer gelassen wurde; u. s. w. Allem Vorigen nach kann sie aber auch ohne solchen Zwischenraum seyn. Die Vertheilung ihrer Producte, des Oxygens und Hydrogens, bleibt die nämliche. Beyspiele solcher Ketten sind alle in §. 33. angeführten, unter der Abänderung, daſs die beyden Metalle mitten in der Flüssigkeit unter sich in Berührung gebracht werden, oder diese im Berührungsort jener beyden mit ihnen zusammenkommt. Die letztere Bedingung hat vorzüglich Statt, bey dem durch Nebeneinanderseyn zweyer Metalle schnelleren sogenannten Rosten des einen, und der Be-

schützung des andern davor, die erstere aber vornehmlich noch bey allen Präcipitationen des einen Metalls *a* aus seiner Auflösung in Säure durch ein anderes *b*, von dem Augenblicke an, als sich das erste Stäubchen von *a* bereits an *b* befindet. Beyspiele von Ketten aus zwey Körpern der zweyten und einem der ersten Klasse obiger Art sind §. 21. *B*. 1. und *B*. 3., wo für beyde von den jedesmaligen zwey Flüssigkeiten, die leichtere über die schwerere gegossen, und beyde durch das jeder zugehörige Metall, was man durch beyde durchsteckt, verbunden werden. In 1. oxydirt sich der Zink im Alkali, und giebt im Wasser Hydrogengas. In 3. oxydirt sich das Zinn im Wasser, und giebt in der Säure Hydrogengas. Für alle Ketten dieses §. folgt aus §. 25., daſs sie, unter übriger Anwendung der gleichen Körper u. s. w., jederzeit weit stärker wirken, als mit Zwischenraum.

§. 36.

Alles, was als Leiter erster Klasse im Kreise der galvanischen Kette mit welchen der zweyten grenzt, giebt an diesen Grenzen eben so Hydrogen und Oxygen, wie oben das Eisen *c* in §. 34. Zu solchen Leitern gehören, auſser den in §. 13. genannten, unter andern noch alle feste leitende thierische Theile, wie Muskeln, Sehnen, Nerven, u. s. w., ohngeachtet ihrer durchgängigen Feuchtigkeit, nur in einer mit dieser einigermaſsen im umgekehrten Verhältniſs stehenden Grade. In einer Kette ähnlicher Construction, wie in §. 34., aber von höherer aufzuhebender Differenz, und statt der Salz

säure *a* und *b*, mit Wasser *a* und *b*, wird daher z. B. ein statt des Eisens *c* angewandtes Stück Muskelfleisch *c*, an der Grenze mit *a* durch dort sich erzeugendes Hydrogen, nach und nach in eine Gallert-, an der Grenze mit *c* durch hier sich erzeugendes Oxygen in eine Fettähnliche Substanz verwandelt.

## §. 37.

Auch organische Ganze, als Aggregate' einer Menge Leiter erster Klasse obiger Art, sind im Kreise der Kette jederzeit in gewissem Grade als solche vorhanden. Ist man selbst dieses Ganze, so wird man Beobachter des Innern jedes dieser Processe selbst, welche für jedes vom andern durch andere Funktion verschiedene Organ einen andern Ausdruck in der Empfindung annehmen. Die beste einfache Kette indefs giebt die meisten Phänomene dieser Art so schwach, dafs sie durch ihre Kleinheit fast oder ganz unbemerkbar werden. Erst bey beträchtlich stärkerer Action der in der Folge vorkommenden aus der Verbindung der Action vieler Ketten zu Einer entstehenden sogenannte galvanischen Batterie oder Voltaischen Säule treten sie daher alle und ganz hervor, weshalb das Detail bis zu ihr verbleibt. Hier nur im Allgemeinen, dafs überall, wo der Körper, oder das bestimmte Organ desselben, genöthigt ist, sich zu oxygeniren, für das allgemeine Gefühl bey der Schliessung Contraction, wo es genöthigt ist, sich zu hydrogeniren, Expansion eintritt, nnd die Zeit der Schliefsung über verharrt. Jene ist überall mit dem Gefühl der Wärme, diese mit der Kälte, begleitet. Bey den

besonderen Sinnen beziehen sich für das Auge alle Phänomene auf das Licht, für das Ohr auf Ton, für die Nase auf Geruch, für die Zunge auf Geschmack, für das Geschlechtsorgan auf Geschlechtsverrichtung, für den ganzen Körper aber auf das Leben überhaupt. Alle im Zusammenhang machen die Basis aus, auf welche das ganze Gebäude des sinnlichen Lebens und Wahrnehmens, als System der möglichen, in näherer Bestimmung oder Individualisirung bestehenden Verzweigungen jener und Wiederverkettungen dieser, beruht. Wie letzteres im Leben überhaupt, so hat auch die Erscheinung jener nur in sofern Statt, als der Körper oder sein Organ mit einem Leiter der zweyten Klasse, als einem Wasserhaltigen oder Wasser selbst, grenzt, und fällt sogleich weg, als diese Grenze fehlt, und der Körper oder sein Organ mit einem Leiter der ersten Klasse in der Kette unmittelbar grenzt, das Wasser also, um dessen willen alle Leiter zweyter Klasse überhaupt dies sind, ausgeschlossen wird.

Anmerkung. Wenn also alle sinnliche Wahrnehmung nur dadurch möglich, daſs unser Körper oder sein Organ durch Wasser mit der äuſsern Welt in Verbindung ist, dieses aber, wie jeder Leiter (vergl. §. 29.), nur Repräsentationsweise leitet, so wird das System jener, unsere Sinnenwelt überhaupt, nicht gröſser seyn, als das Vermögen des Wassers, sie zu repräsentiren, und da das Wasser in dem System dessen, was es repräsentirt, nur das System seiner eignen Welt

zeigen kann (vergl. §. 29.), jene und diese von gleicher Gröſse seyn. So könnte also, so lange sonst nichts entgegensteht, auſser der uns bekannten, noch eine ganze Welt vorhanden seyn, ohne, daſs je ein Sinn von ihr Notiz geben könnte, weil das Wasser uns ewig von ihr trennte, ja selbst von der, welcher es uns vereinigt, könnte jeder Theil nur in dem Grade, als das Wasser ihn zu repräsentiren im Stande ist, unserer Betrachtung offen seyn.

§. 38.

Das Seyn eines sogenannt erregbaren Individuums oder eines solchen Theils desselben im Kreis der Kette, ist von Einfluſs auf dessen Erregbarkeit. Sie wird, nach Maaſsgabe der Art des Seyns jenes in der Kette, bald erhöht, bald vermindert, beydes in Bezug auf jeden Reiz. Zugleich aber noch, eines wie das andere, in Bezug auf besondere Reize, welche durch die zwey einzig möglichen Arten, wie ein Organ der Action der Kette ausgesetzt gewesen seyn kann, in zwey groſse entgegengesetzte Klassen zerfallen, wo, indem für die eine deprimirt, für die andere exaltirt wird, und umgekehrt. Das Detail des Ganzen aber fordert zu seiner Construction Prämissen, die sich gröſstentheils erst mit der Construction der Voltaischen Säule ergeben, und ist ohne unmittelbare Anschauung todt, wo Leben zu sprechen hat. Weshalb dasselbe später.

§. 39.

Was in §. 36. von thierischen Organen und derem Ganzen gesagt wurde, gilt eben so von Vege-

tabilien. Der Einfluſs ihres Seyns in der Kette aber auf ihr eignes Leben, ist noch bey weitem nicht so bearbeitet, wie der auf Animalien. Auch bleibt das Detail dieses wenigen Bekannten aus eben dem Grunde, wie in §. 38. das des Mehreren, der Folge. —

§. 40.

Die Reihe der Leiter erster Klasse in §. 13. ist zugleich im Allgemeinen die Reihe ihrer Oxydirbarkeit. Von zwey Gliedern derselben ist also jederzeit eines das oxydirbarere. Diese Oxydirbarkeit geht so weit, daſs mehrere Glieder der Reihe sich schon für sich, ohne in einer galvanischen Kette zu seyn, im Contact mit Wasser, merklich oxydiren. Fast alle aber im Contact mit Säuren, und mit einer gegebenen Säure um so mehrere von ihnen, je stärker diese Säure das oxydirbarste von ihnen, den Zink, angreift. So wirkt auf dieses von allen Säuren das Königswasser, oder weshalb dies dieses ist, die oxygenirte Salzsäure, am stärksten. Diese aber oxydirt auch alle und jede Glieder der Reihe, die Oxyde, mit denen die Reihe am —ꞏ Ende schlieſst, vielleicht allein ausgenommen. Alle diese Oxydationen geschehen durch das Oxygen des Wassers, welches die jedesmalige Flüssigkeit enthält, das dabey aus diesem Wasser entbundene Hydrogen entweicht als Gas, wie bey der Wirkung von gewöhnlicher Salzsäure auf Zink, oder geht auch mit andern in der Flüssigkeit vorhandenen hydrogenirbaren Stoffen neue Verbindungen ein; alles, wie oben in §. 32.

Anmerkung. Diese Processe, welche Leiter der ersten Klasse mit welchen der zweyten, schon ohne Kette eingehen, bleiben nachmals auch in der Kette, und die mit der aus dieser entstehenden Action hervorgehenden Producte, addiren sich zu denen jener. So wird in einer Kette aus Zink, Silber, und Salzsäure, 1) der Zink oxydirt, und entbindet zugleich Hydrogengas, beydes zu Folge dessen, was auch ohne Kette geschehen würde; 2) oxydirt sich der Zink von neuem, also im Ganzen stärker, und solches um so viel, als das Oxygen beträgt, was zu Folge der Action der Kette als Kette sich an ihm erzeugt; das diesem Oxygen entsprechende Hydrogen aber erscheint nicht wieder am Zink, sondern gegenüber am Silber.

§. 41.

Unter übrigens gleichen Umständen ist in einer galvanischen Kette guter Construction die Action um so stärker, je stärker der chemische Process, den das Metall, was bey geschlossener Kette an seiner Grenze mit dem feuchten Leiter Oxygen zu geben hat, schon ohne Kette für sich mit dieser Flüssigkeit auf im vorigen §. angegebene Weise beginnt. So wirkt Silber mit Gold, mit gewöhnlicher Salzsäure zur Kette geschlossen, nicht merklich; während mit Salpetersäure sehr stark, und doch ist die Leitung im ersten Falle eben so gut, ja sie kann besser seyn, als im zweyten.

§. 42.

Eine Kette selbst der besten Construction würde also ohne alle Wirksamkeit seyn, wenn der Leiter

zweyter Klasse, mit wenigstens dem einen der ersten, nicht schon für sich chemischen Process begonne.

§. 43.

Eine Kette dieser Art ohne alle Wirksamkeit aber ist eine solche, wo alle Glieder derselben sich als Glieder Einer Klasse, Einer Reihe, verhalten. (Vergl. §. 15.)

§. 44.

Ohne chemischen Procefs, den zwey Glieder auch aufser der Kette schon mit einander begönnen, gäbe es also überhaupt nur Eine Reihe, in die sich alle Körper, welche mit demselben, in der Kette zum Galvanismus geschickt sind, stellten. — Dies sind, überhaupt, Leiter. —

§. 45.

Die Reihe der Leiter erster Klasse in §. 13. aber ist selbst wieder nur ein Stück aus der gröfsern, auch die sämmtlichen Isolatoren in sich fassenden in §. 9. So wie daher die Leiter zweyter Klasse mit denen der ersten nur Eine Reihe bilden, bilden auch beyde zusammen mit der gröfseren in §. 9. wieder nur Eine.

§. 46.

Alles, was Körper heifst, aber, ist entweder Leiter oder Isolator. Alles dies gehört somit in jene Eine Reihe.

§. 47.

In der Mitte dieser Reihe befinden sich die Metalle, und in der Mitte dieser wieder das Eisen, als eigentlicher Wohnsitz der Möglichkeit des Magnetismus.

§. 48.

Magnetisirtes Eisen, oder der Magnet, zeigt an seinen beyden Polen dieselbe nämliche Differenz, die, ohne Magnet, sich an je zwey verschiedenen Gliedern jener grofsen Reihe zeigt. Wie, von Zink und Silber, jenes mehr, dieses minder, oxydirbar ist, so ist auch der Südpol des Magnets mehr, der Nordpol weniger, oxydirbar, als das Eisen dieses Magnets vor der Magnetisirung.

§. 49.

Der Magnetismus am Eisen ist also das Phänomen der Trennung dieses in mehrere Individuen, die jedoch nicht absolut geworden ist, es, wirklich geworden, aber, Glieder obiger Einen Reihe §. 46. darstellen würde.

§. 50.

Diese ganze Eine Reihe ist somit anzusehen, als magnetische, oder als Resultat der Differenziirung derselben Einen Indifferenz, und ihre unendlichen Glieder als eben so viele Individualisirungen des Differenten, mit andern Worten: als die in ihrer Differenziirung individualisirte Erde selbst.

§. 51.

Wenn zwey heterogene Körper zusammengebracht werden, ist ihr Bestreben, Aufhebung der Heterogeneität in Homogeneität. Gelingt diese ganz, so heifst der Process chemisch; gelingt sie nur zum Theil, so heifst er electrisch. Jener hat aus totaler Heterogeneität totale Identität, dieser aus totaler Heterogeneität partielle Identität mit oder in gebliebener partieller Heterogeneität der Individuen, zum Product.

§. 52.

Der electrische Process ist also, seinem Princip nach, ganz identisch mit dem chemischen, nur der Grad der Realisirung desselben, ist in beyden verschieden. Letzterer ist vollendeter, ersterer gehemmter Vereinigungsprocess.

§. 53.

So ist auch der magnetische Process, seinem Princip nach, ganz identisch mit dem absoluten Trennungsprocess. In letzterem ist die Trennung vollendet, die in ersterem gehemmt ist.

§. 54.

Es giebt also eigentlich nur zwey ihrem Princip nach verschiedene Processe auf Erden: den allgemeinen Trennungsprocess, und den allgemeinen Vereinigungsprocess. Das Product des gehemmten Trennungsprocesses ist der Magnet, das des vollendeten die getrennten heterogenen Körper selbst. Das Product des gehemmten Vereinigungsprocesses ist das bestimmte Paar heterogener Körper mit seiner electrischen Spannung, das des vollendeten die völlige Aufgehobenheit der Hetrogeneität in Identität, oder das sogenannte chemische Product, ohne alle electrische Spannung.

§. 55.

Electrische Spannung ist nur in sofern zugegen, als zwey Körper noch nicht zur chemischen Einheit der Masse gekommen sind. Wo es dazu kommt, fehlt es auch in dem Grade, als es dazu kommt, an dieser Spannung.

§. 56.

Magnetische Spannung ist nun in sofern da, als die Einheit der Masse in ihrer Trennung oder Differenziirung noch nicht bis zur völligen Getrenntheit in mehrere Heterogenen gekommen ist. Wo es dazu kommt, fehlt es auch in dem Grade, als es dazu kommt, an dieser Spannung.

§. 57.

Wo also sogleich absolut geeint wird, erscheint gar keine electrische, wo sogleich absolut getrennt wird, keine magnetische Spannung. Demohngeachtet wird in jenem Procefs die Stufe des electrischen Products so gut durchgangen, als in diesem die Stufe des magnetischen.

§. 58.

In jedem Trennungsprocefs, in sofern er Theil des absoluten ist, kommt also eben so gut auch der magnetische, als in jedem Einigungsprocefs, in sofern er u. s. w., der electrische vor, nur dafs, da keiner gehemmt ist, es in keinem zu den mit diesem Gehemmtseyn verbundenen Erscheinungen, im einen Fall zum sogenannten Magnetismus oder der magnetischen Polarität, im zweyten zur sogenannten Electricität, oder der electrischen Polarität, kommt.

§. 59.

Wird der gehemmte Trennungsprocefs seiner Hemmung entbunden, oder mit andern Worten, wird der magnetische Procefs unterhalten, so mufs es endlich zur absoluten Trennung der Einheit in differente Individuen kommen. Dafs dies geschieht,

lehrt die Natur, (vergl. §. 50.), den einmal gehemmten aber von neuem einzuleiten, bis bey erreichter absoluter Trennung keine Hemmung mehr möglich ist, steht noch nicht in der Gewalt der Kunst.

§. 60.

Wird der gehemmte Vereinigungsprocefs dieser Hemmung entbunden, und, bey Sicherung vor neuer, fortdauernd unterhalten, so kommt es endlich zur absoluten Aufhebung des Heterogenen im Homogenen, oder zum chemischen Product. Dieses hatte die Kunst ohne wissenschaftliche Absicht längst erreicht. Die technischen Operationen der Cementation z. B. sind nichts weiter, als dies. Gegensand der Wissenschaft aber ist dasselbe erst mit dem Galvanismus geworden. Bey jenen befinden sich die beyden Körper blofs unter der Bedingung des electrischen Processes. Demohngeachtet wird Eisen mit Kohle, in gehöriger Gluth u. s. w., die die electrische Spannung beyder beständig aufhebt, sie also, und damit den electrischen Procefs selbst, beständig von neuem wieder nöthig macht, endlich zu Stahl; Kupfer mit Zink zu Messing, u. s. w. In der Galvanischen Kette oder Batterie aber, wo, bey niederer Temperatur, andere Mittel jene Wirkung üben, erzeugt sich mit der Länge der Zeit, wo z. B. Kupfer und Zink grenzen, ebenfalls wirklich Messing, und dafs nicht mehr Beobachtungen vorhanden sind, liegt nur daran, dafs niemand darauf geachtet, oder bis jetzt eigends Versuche darauf eingerichtet hat.

§. 61.

Aus §. 40—60. ergeben sich jetzt folgende Sätze

für den Galvanismus selbst. Galvanismus wird durch den chemischen Procefs, den zwey Glieder der Kette auch schon aufser derselben für sich beginnen (vergl. §. 40. 41.), nur in sofern möglich, als dieser Procefs die Spannung abändert, welche ohne ihn gedachte zwey Glieder dem Gesetze Einer Spannungsreihe überhaupt gemäfs, geben würden, welche Abänderung dann, in sofern sie nur einmal, oder wenn mehre Male, doch mit ungleichem Grade, vorkommt, in dem Misgleichgewicht der sämmtlichen Spannungen, eine, gewöhnlich die, wo blofs electrischer Procefs Statt hat, wie z. B. in der Kette §. 21. *A*. 1. die von Zink und Silber, als überwiegende und solche darstellt, die bey der Schliefsung die aufzuhebende electrische Differenz, und überhaupt von ihr an die Action der Kette, auf die Weise giebt, als in §. 20. gezeigt ist worden.

Anm. Dafs ohngeachtet des chemischen Processes an der Grenze obiger zwey Glieder, dessen Product, hier das Oxyd, nach §. 54., ohne alle Spannung seyn sollte, doch sich beständig noch welche zeigt, kommt von dem noch in totaler Heterogeneität zurückgebliebenen Theile des Leiters erster Klasse, im obigen Falle des Zinks, und des electrischen Verhältnisses, in dem sich dieser wieder mit eben entstandenen Product, dem Oxyd, und eines oder beyde wieder mit der gebliebenen Flüfsigkeit, und alle zusammen wieder mit dem sich bildenden Hydrogen oder dem, was aus diesem wieder sich bildet, in jedem Augenbliche zu befinden hat; woraus zuletzt eine blofse Anomalie der Spannung resultirt, die aber eben alles ist, was Action der

Kette fordert, oder unmittelbar mit sich bringt, und ohne den totalen Mangel einer Spannung, wo er auch vorgekommen seyn möge, hier im chemischen Product aus Zink und Oxygen, oder dem Zinkoxyd, oder, wenn dies wieder in der Flüssigkeit, an deren Grenze es sich bildet, auflösbar, oder des chemischen Procefses mit ihr fähig ist, auch noch in dieser Verbindung, niemals möglich gewesen wäre.

## §. 62.

Ferner: finden sich die beyden Procefse, auf die sich alle auf Erden thätiger reduciren (vergl. §. 54.), auch in der galvanischen Kette vor. In der Kette aus Zink, Silber, und Wasser, hat man, als Folge ihrer Schliefsung, 1) zwischen Zink und Silber den ohne Kette gehemmt gewesenen, mit ihr aber dieser Hemmung entbundenen, partiellen Vereinigungsprocefs auf seinem Wege zum totalen; 2) an der Grenze von Zink und Wasser den sogleich totalen Vereinigungsprocefs, in der Oxydation des Zinks durch das Oxygen des Wassers; 3) im Wasser selbst den sogleich totalen Trennungsprocefs; 4) an der Grenze von Silber und Wasser, oder überhaupt dem Orte, wo das zu Folge der Action der Kette entstehende Hygrogen auftritt, so lange, als es als Gas erscheint, oder neue Verbindungen mit der Flüssigkeit eingeht, und somit durch seine Entfernung jedem totalen Procefs mit dem Silber u. s. w. entzieht, blofs auf dem Wege zum totalen sich befindenden partiellen, und erst, wenn dieses Hydrogen mit dem Körper, an dessen Grenze es erscheint, wirklich zusammentreten kann, wie mit Kohle u. s. w., sogleich totalen, und

zwar Vereinigungs-Procefs wieder. Beyde Processe, der Trennungs- wie der Vereinigungsprocefs, also, sind in der Kette als solcher zugegen, keiner aber in der Hemmung, wie sich jener am Eisen durch Magnetismus, dieser an irgend zwey Körpern durch stehende electrische Spannung, verräth; auch ist es an sich unmöglich, dafs, sofern es zwischen je zwey Gliedern in der galvanischen Kette als solcher zu einem Procefs kommt, die aus dem Conflict aller resultirende Eine Action von Dauer seyn sollte, sobald auch nur Einer gehemmt bliebe oder würde. Insofern also die Glieder der Kette an dieser Action wirklich Theil nehmen, oder in ihr begriffen sind, können sie auch weder electrische Spannung, noch magnetische oder Magnetismus, zeigen. Vergl. damit §. 29. Sobald wie ein Procefs gehemmt wäre, stünde auch die ganze Action still, wie das für den Vereinigungsprocefs der Fall ist, sobald ein Isolator als Glied in die Kette eintritt, und für den Trennungsprocefs, wenn die Action der Kette den zu trennenden Körper selbst in den Zustand gehemmter Differenz setzt, in welchem er aufhören mufs, zu leiten, welches letztere aber bey der schwachen Action einer einfachen Kette nicht, wohl aber bey der sehr hohen einer galvanischen Batterie oder einer sehr starken Electrisirmaschine, unter Gegenwart anderweitiger Bedingungen allerdings der Fall seyn kann. Alle Gestaltung hat die Physik nachzuweisen, als dasselbe, als wir oben in §. 49. den Magnet, d. i., eines wie das andere, als Product des gehemmten Trennungsprocesses. Der Versuch läfst es hie und da schon thun, und nur die Schlechtigkeit unserer In-

strumente ist Schuld, daſs nicht längst jeder Krystall, jedes Gebilde, als ein, wenn auch höchst schwacher Magnet, oder als ein System kleiner Magnete, erschienen ist. Auch das Wasser wird gestaltet, wenn es gefriert, und das Eis ist bloſses in seiner Trennung gehemmtes, d. i., beym magnetischen Product stehen gebliebenes Wasser. Ist nun gerade die Bedingung, unter der sonst Wasser von sich selbst Eis zu werden genöthigt ist, sehr nahe, nämlich Temperatur desselben von 0° Reaumur, und die sehr starke Action der Batterie oder der Maschine fordert es in diesem Augenblicke zur absoluten Trennung auf, so kommt es zwar zum Trennungsproceſs, er bleibt aber überall stehen, wo das Eis stehen zu bleiben pflegt, und das Wasser ist in Eis verwandelt. Eis isolirt aber, und so hört in dem Augenblicke, als das Wasser dazu geworden, auch die fernere Action sogleich auf.

## §. 63.

Wie auf Erden Trennungs- und Vereinigungsproceſs beständig simultan, so auch in der galvanischen Kette. In dieser Simultaneität bilden sie die Action der Erde, wie die der galvanischen Kette, und beyde sind identisch. Das Seyn der einen, wie der andern, steht unter denselben Bedingungen, die die des Galvanismus sind, dessen Kette im Kleinen ist, was im Groſsen die Erde selbst, eine kleine Erde. Soviel getrennt wird, wird auch vereiniget, und umgekehrt. Dieses sind gleiche, unter sich nie einem Wechsel unterworfene Gröſsen. Der einzige Wechsel, der sie treffen kann, trift beyde zugleich, oder die Eine Action, Galvanismus genannt, der Erde wie der

Kette im Kleinen. Bey letzterer steht dieselbe in unserer Willkühr, insofern wir eine gröſsere oder geringere einleiten wollen. Der Wechsel derselben bey gleicher Anstalt unsrer Seits aber, geht über sie hinaus, und ist derselbe, welchem der allgemeine Eine Erdproceſs selbst unterworfen ist; wodurch die einfache Kette oder die Voltaische Säule in der ewigen Veränderung des Moments ihrer Action, was keine kleinste Zeit hindurch genau dasselbe bleibt, ihrem Beobachter unmittelbarer Erdzeithalter ist, und immer mehr seyn wird *).

---

*) Anmerkung. Nach diesen Dictaten schrieb ich die Vorrede, mit welcher ich, auf Verlangen des Verlegers und Bestimmung des Verfassers, I. I. Winterl's Darstellung der vier Bestandtheile der anorganischen Natur. A. d. Lat. v. Schuster. Jena bey Frommann, 1804. 8. S. V—XII., begleitete. Ihr Inhalt muſs in diesem Werke, was hoffentlich jetzt so verbreitet seyn wird, als es dasselbe verdient, selbst, nachgesehen werden.

R.

## XXXII.

## Galvanische Beobachtungen während der Sonnenfinsterniss vom 11. Februar 1804; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. VII. S. 175—179.

### Inhalt.

Gründe der Wichtigkeit solcher Beobachtungen — Batterieen, die dazu geschickt sind — Beobachtungen damit — Schwächung der Batterie nach dem Eintritt der Sonnenfinsterniſs — Erstes Maximum derselben einige Zeit nach der gröſsten Verfinsterung — Erholung der Batterie darauf — Zweytes grösseres Maximum der Schwächung vier Stunden nach der Finsterniſs — Allmählige Zurückkunft der Batterie durch Oscillationen zu ihrer anfänglichen Wirkung — Auch unsichtbare Sonnenfinsternisse müssen sich an der Batterie beobachten lassen — Vielleicht Mondfinsternisse auch — Wunsch nach magnetischen Beobachtungen während solcher Finsternisse.

Jena, den 12. Februar. 1804.

Ein Zufall verhinderte mich, schon am 26. Januar während der Zeit der Mondfinsterniſs die Action der

Voltaischen Batterie zu beobachten. Indefs war auch ohnehin hier nicht so viel, als von ähnlichen Beobachtungen während so grofsen Sonnenfinsternissen, wie die gestrige, zu erwarten. Der Mond nahm hier der Erde nicht allein das um so viel stärkere Licht der Sonne selbst, sondern hielt zugleich auch jede noch anderweitige Action derselben, so weit sie durch den Mond isolirt werden kann, von jener ab. Ich stellte mir daher vor, dafs gleichzeitige Beobachtungen von einem Apparat, dessen Wirksamkeit mit der Thätigkeit der Erde im Allgemeinen, so genau zusammenhängt, wohl lehren könnten, was auf der Erde geschehen müfste, wenn ihr die Sonne, statt hier nur eine kleine Zeit, und zum Theil, einmal für lange und ganz entzogen würde. Dies müfste dann rückwärts Aufschlüsse geben über den Antheil, den die Action der Sonne an der Thä- [176 tigkeit und dem Leben auf Erden überhaupt habe.

Aus den folgenden gestern wirklich erhaltenen Beobachtungen wird man von selbst sehen, wie weit diese Art zu schliessen richtig war, und welches die Resultate seyen, die ich auf diesem Wege erhielt. Ich bediente mich dazu einer Voltaischen Batterie von 125 Lagen Zink und Kupfer, deren Pappen mit der bekannten Brühe aus Kohlsalzauflösung, Galle und Lacmusdecoct, (s. Magazin, B. IV. S. 598.), befeuchtet waren, und die bereits seit dem 8ten d. M. mit drey andern gleichen Batterieen zu einer Kette in ziemlich demselben Grade geschlossen war, als sie für sich in den am 11ten anzustellenden Versuchen geschlossen werden sollte. Batterieen von

diesem Alter, kommen, unter solchen Umständen, zu einem sehr regulären Gange, und aus zwey vergleichenden Versuchen, angestellt an zwey auf einander folgenden Tagen, und zu derselben Stunde, kann man sehr genau die Gröſse der Abnahme überhaupt, so weit sie aus dem allmäligen Schwächerwerden der Batterie selbst erfolgt, für diese 24 Stunden und damit wieder für jede einzelne Stunde, finden, und diese Gröſse dann jedesmal bey den Versuchen, die man zwischen diesen 24 Stunden in anderer Hinsicht anstellt, in Anschlag bringen, um die Beobachtungen aufs schärfste zu corrigiren. — Die 277] jedesmalige Action der Batterie selbst aber ersieht man aus der Menge von Gas, die sie, unter übrigens gleichen Umständen, in bestimmten Zeiten aus dem Wasser oder sonst einer dazu geschickten Flüſsigkeit erzeugt.

Mit Rücksicht nun auf alle Umstände, (auch Temperatur, u. s. w.), war der Erfolg dieser, daſs gestern am 11ten Februar, nachdem vor Eintritt der Finsterniſs die Batterie noch in dem ihr zukommenden Grade gewirkt hatte, eine halbe Stunde nach dem Eintritt jener (um 11 Uhr 18 Minuten), die Action dieser zusehends a b n a h m; etwa $\frac{1}{2}$ Stunde nach dem Maximum der Finsterniſs (um 12 Uhr 33 Minuten), um ein Gröſstes abgenommen hätte, so daſs die Action der Batterie nur noch nahe $\frac{3}{4}$ von der war, die sie ausserdem hätte zeigen sollen; mit dem Ende jener (um 1 Uhr 53 Minuten), aber wieder stieg, und von $2\frac{1}{2}$ bis 4 Uhr mit $\frac{5}{6}$ anhielt, $\frac{1}{4}$ nach 4 Uhr aber schnell w i e d e r s a n k, und zwischen $5\frac{1}{2}$ und $6\frac{1}{2}$

Uhr sogar **bis auf** $\frac{9}{13}$ **also fast** $\frac{2}{3}$ **herabkam**; darauf aber wieder schnell stieg, und zwischsn $6\frac{1}{2}$ und $7\frac{1}{2}$ Uhr die ihr ohne fremde Einflüsse zukommende Action wie vor der Finsternifs zeigte; in den folgenden beyden Stunden diese selbst um $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{12}$ überschritt; dann von $9\frac{3}{4}$ bis $11\frac{3}{4}$ Uhr wieder um etwa eben so viel unter sie herab kam; von 12 bis 1 Uhr Nachts aber sich ihr wiederum näherte; — worauf die Versuche abgebrochen wurden.

Offenbar scheint hier die Sonnenfinsternifs [178 von Einflufs auf die Batterie gewesen zu seyn. Ein Theil desselben langte kurz vor ihrem Eintritt bey dieser an, der gröfsere aber ungefähr erst 3 Stunden nach derselben. Wahrscheinlich, dafs um diese Zeit erst der Einflufs auf die von uns entfernteren Gegenden der Erde, wo die Finsternifs noch bedeutender war, bey uns anlangte. Nachmals scheint, durch Schwankungen hindurch, das alte Gleichgewicht sich wieder hergestellt zu haben.

Ist diese Ansicht richtig, so werden wir künftig mit der Voltaischen Batterie selbst solche Sonnenfinsternisse beobachten können, die bey uns **nicht sichtbar** sind, sobald sie nur überhaupt für irgend einen Theil der Erde von grofser Bedeutung sind. Eine solche wird die vom 5 August d. J. seyn. Ich werde nicht unterlassen, vom 4ten bis zum 6ten genaue und noch besser vorbereitete Versuche anzustellen, als dieses Mal, und lade auch andere Experimentatoren dazu ein.

Ob auch **Mondfinsternisse** einen bemerkbaren Einflufs auf die Batterie haben, mufs die Folge lehren.

Herrn Advocat Steinhäuser zu Plauen, der 179] mit den schönsten Instrumenten versehen ist habe ich bereits vor 3 Wochen ersucht, sowohl am 26 Januar, als auck am 11. Februar, magnetische Beobachtungen zu machen. Vielleicht, dafs sich aus der Vergleichung seiner Beobachtungen mit den meinigen, noch interessantere Resultate ergeben.

Noch mufs ich bemerken, dafs die nämlichen Veränderungen, die in obigen Versuchen mit der Action der Batterie während ihres Geschlossenseyns vorgingen, auch an der electrischen Spannung der ungeschlossenen Batterie anzutreffen waren. Von Stunde zu Stunde wurde die Kette 5 Minuten lang geöffnet, und am Ende derselben jene mit dem Bennet'schen Electrometer untersucht.

---

# XXXIII.

## Anmerkungen zu einem Schreiben I. G. Steinhäuser's an den Herausgeber, über magnetische Gegenstände; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. VIII. S. 508—522*).

### Inhalt.

Von der von einem Engländer vorgegebenen einmaligen Umdrehung einer Magnetkugel um ihre Achse, während sie einmal um die Erde, (und zwar nach der Richtung der Breite), herumgeführt wird — Wie dies Phänomen, als wahr vorausgesetzt; angesehen werden müsse — Daſs unter andern keine tägliche an Ort und Stelle darunter zu verstehen sey, gegen die sich schon Will. Gilbert erklärt — Wie

*) Anmerkung. Die beyden unterstrichenen Stellen I. und II. sind diejenigen Zeilen des Steinhaeuser'schen Briefes selbst, zu denen das Folgende die Anmerkung ist.

R.

dennoch der Versuch an Ort und Stelle zu wiederholen sey, ohne um die Erde zu reisen — Anstalten dazu — Weshalb das Phänomen überhaupt interessiren müsse. — Andere aus ihm folgende Projection des Erd-Magnetismus, als die angenommene — Identität der magnetischen Pole der Erde mit den geographischen — Wahre Ursachen der magnetischen Declination, und der besonderen Form der *Lineae expertes declinationis* — Von Humboldt's Parallelismus der Gebirgslager — Die neue, nicht geradezu electrische zu nennende, Polarität der Erde — Details zu dieser gehörig — Dafs der Magnetismus der Erde nach den Beobachtungen Gay-Lusacz's leicht sich bis zum Monde erstrecken, und die Geschichte der Veränderungen des Erd-Magnetismus zuletzt nichts als die des Resultats des Eingreifens gleicher weit sich ausbreitenden Magnetismen der übrigen Weltkörper, zunächst des Mondes und der Sonne, in ihn seyn könne.

---

## I.

„Was die periodische *Umdrehung der Kugel eines Engländers um ihre Axe* betrifft, so habe ich an meiner sehr guten Magnetkugel nichts dergleichen bemerken können, u. s. w." — — Wenn ich nicht irre, so ha Herr Advocat Steinhäuser das Phänomen, von welchem hier die Rede ist, und über welches er mir im obigen Brief seine Meinung mitzutheilen die Güte hat, einigermafsen mifsverstanden. Da dasselbe, was auch aus ihm werde, auf jeden Fall interessiren mufs, auch die Leser des Magazins, durch dieses selbst, noch nicht damit bekannt sind, so ziehe ich aus der Beschreibung desselben, wie sie in Gaspari's und Bertuch's Allgem. Geogr. Ephemeriden, B. XI.

(1803, Januar), S. 98 — 99., enthalten ist, hier das Wesentlichste nach Möglichkeit aus.

— (Aus Glasgow) — — „Diese Maschine besteht aus einer magnetischen Kugel, die in einem [509 mit Quecksilber gefüllten Becken schwimmt. Sie ist, um das Eindringen des Quecksilbers zu verhüten, mit einem Firniſs überzogen. — Dem Gewichte nach zu urtheilen, ist sie von Metall. Der Verstorbene, (ihr gewesener Besitzer), hat sie seit seiner Abwesenheit mit Linien der Länge und Breite wie einen Globus bezeichnet. Dies hat er, wie ich vermuthe, auf seiner Hinreise nach Amerika gethan, deren Tagebuch wahrscheinlich dort geblieben ist. — Dasjenige, welches ich besitze, fängt genau mit dem Punkte der Länge und Breite von Philadelphia an, und bestimmt das Zenith jedes Tages so genau, als wenn er sich auf festem Boden befunden hätte. Im Bette liegend gab er dem Kapitän die Entfernung von der Irländischen Küste auf eine Minute an, und zwar bloſs durch das Betrachten seines kleinen Apparats. Dieser scheint ausser der wohlbekannten Polarität, eine Neigung zu besitzen, seine ursprüngliche Lage auf der Erde, (*its native relative position of the earth*), beyzubehalten, mit andern Worten, die Kugel dreht sich um ihre Axe, wie die Erde, so daſs ein Punkt immer nach dem Polarstern gerichtet ist. Oberhalb der Linien befindet sich dieser Punkt auf dem Balle unter dem Horizont; an den Küsten Amerika's befand sich die Longitudinallinie, die jetzt sein Meridian ist, weit hinab zur Seite, so daſs, wäre unser verstorbener Freund um die

Welt gesegelt, sein kleiner Ball sich vollkommen um seine Axe gedreht haben würde.“

510] So unvollkommen diese Erzählung auch ist, so geht doch als Hauptsache soviel daraus hervor, daſs die Kugel sich, indem sie einmal um die Erde herum geführt werde, auch um ihre Axe, jedoch nur einmal, gedreht haben solle, und diese Umdrehung würde ohne Zweifel nach der Richtung der Breite, und wie es fürs erste nöthig schiene, der magnetischen, gemeint seyn.

Was den Umstand betrift, daſs sie zugleich dem Polarstern bestandig einen bestimmten Punkt zukehre, so gäbe dies eine *zweyte* Umdrehung für sie, und zwar in der Richtung der Länge, doch nicht der magnetischen, sondern der geographischen. Eine solche Rotation des Magnets haben wir bereits, nur gerade nicht nach der Richtung der geographischen Länge, in dem Phänomen der Veränderung der Inklination mit der Veränderung der (magnetischen) Breite, an der bloſsen Nadel. Doch ist der Gang dieser Veränderung, und der daraus für eine Magnetkugel entstehenden Rotation letzterer, nichts weniger, als jener Behauptung der Beständigkeit der Richtung eines gewissen Punktes der Kugel gegen den Polarstern, oder mit andern Worten vielleicht, eines beständigen Parallelism zwischen der geographischen Achse der Erde und der magnetischen der Kugel, entsprechend. Vorausgesetzt also, daſs diese Behauptung des Engländers richtig sey, und vorausgesetzt, daſs es eine massive Kugel aus Eisen, Magnetstein, oder dergleichen, war, müſste an Magnet-

kugeln noch ein Phänomen hervortreten, dessen Erscheinung bey Nadeln, Stangen, . . . . durch [511 ihre Form unmöglich gemacht wäre, und dessen Ursache, wo es ganz hervortreten könnte, wie etwa eben bey Kugeln, ein bedeutendes Uebergewicht über die Inklination hätte. Und das wäre denn freylich ein Punkt, welcher immer erst noch durch Versuche entschieden werden müſste, ehe man die Sache völlig glauben, oder auch, wozu die mehresten Lust haben werden, sie gänzlich verwerfen könnte. — Ein anderes Vielleicht könnte auch dieses seyn, daſs der nach dem Polarstern gerichtete Punkt der Kugel, nicht ein bekannter Pol derselben, sondern irgend ein zwischen beyden hie oder da gelegener Punkt sey. Damit aber wäre dieser Punkt in Bezug auf den Magnetismus der Kugel selbst, kein fixer, sondern durchaus wandelbarer. Man ziehe von ihm nach dem Mittelpunkt der Kugel den Radius. In London würde sein (nördlicher) Winkel mit der Magnetaxe der Kugel, vorausgesetzt, daſs diese, Inklination und Deklination, gleich einer Nadel behaupte, über 120° austragen, während er da, wo magnetischer und geographischer Aequator der Erde sich durchschneiden, zu einer Zeit, wo gerade auch die Declination hier Null wäre, ebenfalls Null seyn würde. Man müſste annehmen, dieselbe Kraft, welche die Axe der Erde in ihrer Richtung erhält, wirke vertheilend auch auf die Magnetkugel, gebe ihr gleichsam eine kleine Erdaxe. Diese Axe aber wäre dann, immer vorausgesetzt, daſs Inklination und Deklination der Kugel noch wie an der Nadel seyn [512 sollten, ganz im Gegentheile von der der Erde, eine

wandelbare, was sie eben nach der Beobachtung des Engländers nicht seyn darf, denn es ist ein an der Kugel selbst bestimmter Punkt, der unveränderlich nach dem Polarstern weisen soll, weswegen er sich ja „oberhalb der Linien“ auch unter dem Horizonte befindet. Mit einem Worte: ist die Erzählung wahr, so fällt dieser Fall gänzlich weg, und was ich oben als ersten angab, muſs der wahre, d. i., die „neue“ Axe der Kugel, von der jener Punkt ein Pol ist, muſs, in Bezug auf die Kugel selbst, eine unwandelbare seyn, und ihre Directionskraft die bisher bekannte in Deklination und Inklination sich offenbarende, an Kugeln, entweder überwiegen, oder: es muſs diese Axe mit der ältern längst bekannten Eine seyn, nur daſs sie bey Kugeln, (vielleicht auch runden Scheiben), eine andere Direction behauptete, als bey Nadeln und andern länglichen Magneten. — Man sieht, die Sache hat Schwierigkeit, doch können wir sie — darum — noch nicht für unmöglich erklären. —

Um aber wieder auf die zuerst gedachte Umdrehung einer Magnetkugel nach der Richtung der Breite, zurück zu kommen, sieht man sogleich, daſs hier eine andere Umdrehung gemeint sey, als etwa eine tägliche, jährliche, u. dergl., an Ort und Stelle. Eine solche ist es, welche Herr Steinhäuser 513] meint, und auch von andern gemeint worden ist, die sich mit jenem Phänomene eingelassen haben. Daſs auch nicht etwa, wie Herr Steinhäuser vermuthet, eindringendes Quecksilber die Bewegung hervorgebracht haben könne, ist durch die aus-

drückliche Bemerkung des Glasgower Correspondenten widerlegt, daſs die Kugel, um das Eindringen desselben zu verhüten, — (sie war doch nicht hohl?) — mit einem Firniſs überzogen war. Endlich sagt schon der Vater des Magnetismus, William Gilbert, (in seinem Werke *De Magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete Tellure.* (Londini, 1600. Fol. p. 223.) „*Omitto, quod* Petrus Peregrinus *constanter affirmat, terrellam super polos suos in meridiano suspensam, moveri circulariter integrâ volutatiône 24 horis: Quod tamen nobis adhuc videre non contigit; de quo motu etiam dubitamus, propter lapidis ipsius pondus, tum quia tellus tota uti movetur à se, ita etiam ab aliis astris promovetur: quod proportionaliter in parte quâvis (ut in terrella) contingit.*“

Die Rotation, welche der Engländer nach der Richtung der Breite behauptet, soll nur Statt haben, und Einmal vollendet werden können, wenn die Kugel einmal um die Erde herumgeführt würde. So müſste der Versuch wiederholt werden. — [514 Vielleicht aber ginge es noch auf eine andere Art. Die Erde wird gewöhnlich einer groſsen Magnetkugel gleich gesetzt. Man führt in jenem Versuche also eigentlich eine kleine Magnetkugel um eine gröſsere. Statt der Erde lieſse sich also bloſs eine andere Magnetkugel anwenden, die nur gröſser und beträchtlich gröſser wäre, als die kleinere. Man brächte dann letztere, wie dort, in ein Gefäſs mit Quecksilber, und führte sie um die gröſsere, nahe an der Oberfläche dieser, herum. Um das Phänomen des Engländers, wie er es beschrieben, in seiner

ganzen Vollständigkeit zu haben, müſste hierbey die kleinere Kugel, (bey der übrigens die allergröſseste Genauigkeit der Form und Gleichheit der Masse vorausgesetzt wird), in Bezug auf den Beobachter oder die Erde selbst, bey allen Umläufen um die gröſsere Kugel und nach allen möglichen Richtungen, beständig ruhig verbleiben, sie dürfte sich gar nicht umdrehen. Eben dadurch würde sie sich, sowohl in einem Längen-, als in einem Breitenkreiſse um die zweyte Kugel geführt, in Bezug auf diese, wirklich einmal umgedreht haben, denn man bemerkt leicht, daſs in der Beobachtung des Engländers die Kugel eigentlich eben so stille stand, und der Schein einer Umdrehung nur dadurch entstand, daſs, was in jenem kleinen Versuche nicht Statt haben kann, das Niveau des Quecksilbers, zu Folge der Schwe-
515] re dieses gegen die Erde sich änderte, und so sich eigentlich um die (ruhende) Kugel herum bewegte. Dieses bemerkt man bloſs nicht, weil man sich mit dem Quecksilber im gleichen Falle befindet, weſshalb beyde, das Quecksilber und der Beobachter, zu ruhen, die Kugel im Quecksilber aber sich zu bewegen scheint, anstatt, daſs, genau genommen, es gerade umgekehrt ist.

Da indessen, damit das Resultat dieses Versuches sicher wäre, die kleine Kugel von der auſserordentlichsten Genauigkeit der Form und Gleichheit der Masse seyn müſste, — unter welcher Bedingung auch nur andere Versuche, darüber, ob die kleine Kugel, ohne die Nähe einer andern gröſseren, als der Erde, an einem und demselben Orte auf dieser, bestimmt immer mit einem und demselben Punkte

oben, und nach dem Polarstern gerichtet sey, gelten könnten, — so wird er besser, und mit weniger Umständen, auch entscheidender, so anzustellen seyn, dafs man die Schale, in welcher die kleine Kugel auf Quecksilber schwimmt, fest stellt, und unter oder über ihn die gröfsere Kugel nach den erforderlichen Richtungen umdreht. Man kann dies so einrichten, dafs hierbey nicht die mindeste mechanische Sollicitation für die kleinere Kugel entsteht. Hier müfste nun, während jener Revolution der grofsen Kugel, sowohl um ihre Magnetaxe, als auch um einen der Durchmesser ihres [516 Aequators, vermuthlich aber nur um Einen gewissen von allen möglichen, die kleine sich ebenfalls einmal um eine entsprechende Axe drehen.

Herr Advocat Steinhäuser hat die Güte gehabt, mir seine vortrefflich gearbeitete Terrelle von Magnetstein und 3 par. Zoll Durchmesser, zu überlassen. Ich erwarte nun blofs noch mehrere äufserst genau gearbeitete kleine Stahlkugeln, um nach dem Magnetisiren unter ihnen eine zu finden, die allen Forderungen entspricht. Den Erfolg meiner Versuche werde ich dann zu seiner Zeit mittheilen; bemerke aber zum voraus, dafs ich selbst aus dem Mislingen des auf eben angezeigte Art auch unter den besten Umständen angestellten Versuchs, doch noch immer nicht auf die absolute Irrigkeit der Angabe des Engländers schliefsen werde, weil, — abgerechnet, dafs, wie selbst Herr Steinhäuser in seinem Schreiben weiter unten sagt, er „noch keinen Magnet hat fertigen können, der nach eben den Gesetzen wirkte, als unsere Erde," — es in mei-

nen Versuchen nicht mehr zwey Magnetkugeln sind, die sich gegenseitig zu bestimmen haben, sondern drey: die kleine, die große, und die Erde; daß also immer noch die genaue Prüfung des Ganzen, buchstäblich auf die Weise, auf welche jener Schiffer zu seiner Beobachtung kam, als die einzig gültige übrig bleiben könnte.

517] Uebrigens verzeihe man mir, wenn ich mich für den ganzen Gegenstand lebhafter interessire, als er es, nach dem bereits gefällten Urtheile vieler, mehr werth ist. Nur die Gewöhnung an das Dürftige, was wir bis jetzt vom Magnetismus, besonders dem der Erde, von der wir doch allein bis jetzt noch allen borgten, wissen, und der Entschluß, nach dem Fehlschlagen so mancher Versuche, mehr zu erhalten, mit diesem Wenigen endlich für immer zufrieden zu seyn, könnte neue Aussichten dazu verargen, und man muß jeden Wink ehren, der welche zu öffnen im Stande ist. Daß ich gerade diesem so zugethan bin, kommt ganz gerechter Weise daher, daß, wenn die Beobachtung jenes Schiffers auch nur zum Theile richtig ist, wenn seine Kugel sich auch nur nach der Richtung der Breite bewegt, um ihre Axe gedreht hätte, dies, wie eine weitere Rechnung lehrt, uns auf eine andere Projection des Magnetismus in Kugeln, vorzüglich der Erde, führt, als wir sie gewöhnlich glauben, daß diese Projection die ächte magnetische Axe der Erde ihrer geographischen wiedergiebt, daß wir die wahre Ursache der Deklination erfahren, und ihrer Veränderung, der Variation, und daß es endlich klar ist, wie bey allem

diesem die *Lineae expertes declinationis* diejenige bekannte *S.* Form haben können und müssen, die so lange an ihnen gestört hat. Alles Dinge, [518 die einer guten Physik und Astronomie höchst erwünscht seyn würden. Auch ist der Magnetismus eine so erste Eigenschaft der Erde, er liegt so nahe an der Quelle alles dessen, was sie gethan und noch zu thun hat, dafs wir durch die entschiedene Mannichfaltigkeit des letzteren wohl genöthiget sind, eine ähnliche Mannichfaltigkeit seiner in sich selbst, für möglich zu halten. Von Hauptthatsachen dieser Art will ich hier nur zwey anführen: den vom Herrn von Humboldt beobachteten Parallelismus der Gebirgslager unter den verschiedensten Längen und Breiten; — und die von mir im August 1803 entdeckte neue Polarität der Erde, in einer Richtung, welche zwischen Nordnordost nach Südsüdwest und Nordost nach Südwest etwa in der Mitte liegt, mit südlicher Inklination; eine Polarität, die ich darum nicht, wie ich bey ihrer Aufsuchung vermuthete, (vergl. (Magazin, VI. 200.), electrisch nennen kann, weil durch die Voltaische Säule geladene Gold- und Kupfernadeln mit dem Hydrogen- oder — Pol nach Norden, Silbernadeln damit aber nach Süden, gehen, während beyde gleiche Deklination haben, und beyde südlich inkliniren. Nur jede ungeladene Ladungssäule, wie jeder homogene andere lange feuchte und leitende Körper, hat in der senkrechten Lage, oder besser noch, in der Inklinationslinie der neuen Polarität (welche mit dem südlichen Horizont einen Winkel zwischen 40 bis 70 Graden

macht), constant am oberen Ende + $E$, am unte-
ren — $E$, und ich habe, bis auf weitere Versuche,
wirklich Grund zu glauben, dafs auch Erman es in
519] seinen so interessanten kritischen Beyträgen zur
atmosphärischen Electrometrie in Gilbert's Annalen, B. XV. S. 385., ohne es zu wissen, mit nichts
als jener Polarität zu thun gehabt hat. —

II.

520] „Schwerlich glaube ich, dafs ein
Magnetismus der Sonne oder des Mondes
die Ursache einer solchen periodischen
Umdrehung seyn könne" — Wenn er das
nicht sollte, da das, was er hier zu thun hätte, von
selbst wegfällt, zum wenigsten seiner Behauptung
nach, so scheint es doch immer mehr, dafs ein solcher Magnetismus der Sonne oder des Mondes an
sich, wahr und wirklich sey. So wie Newton die
Bemerkung, dafs die Schwere in beträchtlichen Entfernungen von der Erde nicht bedeutend abneh-
521] me, auf die glückliche Frage brachte, ob
sich dieselbe nicht wohl bis zum Monde u. s. w. erstrecken, und Ursache seines Bleibens bey der Erde seyn könne, eben so könnte uns die neuere Bemerkung Gay-Lussac's, (s. *Journal de Paris*, An XIII. No. 13. pag. 84.), dafs Inklination und Schwingungszahl seiner Magnetnadel noch in einer Höhe von 7017 Meter (3600 Toisen), zu der ihn sein Ballon am 29 Fructidor XII. erhob, die nämliche war, wie unten auf der Erde, (und wodurch an sich schon unsere Vorstellungen über das Seyn des Magnetismus an der Erde, etwa nach einer sol-

chen Art, wie an einer Eisenkugel, u. s. w., merkliche Veränderungen erleiden müssen), fragen lassen, ob der Magnetismus der Erde sich nicht selbst bis zum Monde . . . . erstrecken könne? — Es liegt in der gedachten Beobachtung, dafs es der Calcul lehren wird. Nun habe ich schon zu anderer Zeit, (s. Gilbert's Annalen, B. XV. S. 211. u. f.), bemerklich gemacht, wie deutlich die Variation der Magnetnadel in ihren Perioden mit denen des Mondes zusammenhängt. Es wäre demnach die Frage, ob nicht diese Perioden geradezu von dem unmittelbaren Eingreifen eines sich verhältnifsmäfsig ebenfalls sehr weit erstreckenden Magnetismus des Mondes in den der Erde herrühren könnten; ob, was dieses nicht alles giebt, nicht ein eben so unmittelbar in den der Erde (und des Mondes [522 zugleich) eingreifender Magnetismus der Sonne, wenigstens gröfstentheils, geben würde, und endlich, ob ein auf den Magnetismus der Weltkörper eben so, als wie längst auf ihre Schwere, angewandter Calcul, nicht die Geschichte des Magnetismus auf Erden eben so genau zu geben im Stande wäre, als er die der Schwere bereits gegeben hat. —

## XXXIV.

### Anmerkungen zu einem Schreiben H. C. Oersted's an den Herausgeber, akustische Gegenstände in electrischer Hinsicht betreffend; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. IX. S. 33 — 47.

---

## Inhalt.

Daſs jede Schwingung eines Körpers von electrischen Processen in ihm begleitet seyn müsse — Die jedesmal convexe Seite bekomme minus, die concave plus — Ueber Libes's Electricitätserregung durch Druck, und Lichtenberg's durch Bruch — Der die Schwingungen der Körper begleitende electrische Proceſs ist ein De- und Reconstructionsproceſs der electrischen Indifferenz, folglich Galvanismus — Bey Leitern kommt auf jede Schwingung ein ganzer, bey Isolatoren nur ein halber Galvanismus — Die Schwingungen des Gehörorgans für den Ton lösen sich ebenfalls in Galvanismen auf; und da seine wesentlichen Theile Leiter sind, in eben so viele, als Schwingungen — Hören: ein Vernehmen oft wiederkehrender Galvanismen im Ohr — Zweck der Succession oder Wiederkehr — Zweck der con-

tinuirlichen Unterbrechung in dieser Succession — Ueber Stärke und Schwäche — Dann Höhe und Tiefe des Tons — Vom Uebergange des Tones in Farben und Licht — Gegenstände zu allgemeineren Betrachtungen über Ton, über Licht, über die Sinne, u. s. w.

---

Es ist erfreulich, durch die Bemerkungen meines Freundes die Aufmerksamkeit der Physiker auf einen Punkt geleitet zu sehen, der so viel Anspruch darauf zu machen hatte. Allerdings ist keine Schwingung irgend eines Körpers ohne electrische Processe, d. h., bey jeder Schwingung entsteht im schwingenden Körper der Werth einer nämlichen Körperdifferenz, als überhaupt zur Entstehung einer electrischen Spannung bedingt, und womit dieselbe auch sogleich gegeben, ist. Bey festen Körpern liegt der Grund ihrer Sonorität vornehmlich in ihrer Rigidität*). In meinem mit nächstem erscheinenden Werke: Das Electrische System der Körper, (Leipzig bey Reclam), wird man im vierten Abschnitt mit Vergnügen sehen, wie bey allen vorerst unmetallischen Körpern durchaus das (längst vermuthete) Gesetz gilt: daſs von zwey Körpern beym gegenseitigen Reiben, der härtere $+E$, der mindere harte $-E$, bekommt. Nur durch seine

---

*) In den flüssigen und dampf- und luftförmigen Stoffen ist die sogenannte Elasticität das Aequivalent derselben.

Rigidität aber ist der Körper hart. Wo nun Wer-
34] the differenter Rigidität gesetzt sind, ist auch
sogleich ein Werth electrischer Körperdifferenz, electrische Spannung selbst, gesetzt.

Man denke sich jetzt zuerst einen geraden, am einen Ende befestigten, mit dem andern aber frey schwingenden Glasstreifen. In jeder Lage, in welcher er hierbey, seine natürliche ausgenommen, gesetzt wird, beshreibt er minder oder mehr einen Bogen, an dem eine convexe und eine concave Seite zu unterscheiden sind. Die Theile der convexeren befinden sich in einem Zustande, wo der natürlichen Rigidität durch die künstliche Biegung entgegengearbeitet, wo sie geschwächt ist, die Theile der concaveren hingegen in einem, wo der natürlichen Rigidität durch jene Biegung zu Hülfe gekommen, sie gleichsam verstärkt ist. Die convexe Seite hat den Werth eines weicheren, die concave den eines härteren Glases. Daraus folgt nach obigem Gesetz, und daraus, dafs, durch das Seyn in Einem Continuum, beyde Seiten oder Hälften in wahrem Conflict sind, für jene, die convexe — *E*, für diese, die concave, + *E*. Sie treten hervor, und der gekrümmte Glasstreifen ist in dieser Lage gewissermafsen mit einer schwach geladenen Leidener Flasche zu vergleichen. Später kommt der Streifen wieder in seine natürliche Lage, aber das Glas ist ein **Isolator**, und die
35] entstandenen Electricitäten bleiben *). Später wie-

*) Nachdem dies schon eine Zeit geschrieben, finde ich im *Journal de Paris*, An XIII. No. 32., pag.

der geht er in neue Krümmung in der vorigen entgegengesetzter Richtung über; was vorhin con- [36 cav war, wird jetzt convex, was convex, concav;

---

208., die Nachricht, dafs Libes eine Reihe von Versuchen angestellt habe, deren Resultat sey, dafs: *Les substances résineuses exercent au contact favorisé par la pression, une action électromotrice puissante sur tous les corps de la nature, et l'électricité que le contact développe, est toujours l'inverse de celle, que fait naître le frottement.*" Ich kenne das Detail dieser Versuche noch nicht, wage aber doch schon im Voraus die Vermuthung, dafs diese Versuche zuletzt ein blofser Kommentar zu dem, was ich oben sage, seyn werden. Man bedenke, dafs jede gedrückte oder geprefste Stelle gleich ist, der concaven Seite des oben erwähnten Glasstreifens. Auch ist der Druck irgend eines Körpers mit seinem Nachlafs, für diesen Körper selbst nichts anders, als was die halbe Schwingung oben für das Glas. Es mufs an der Stelle des Drucks $+E$, an der, welche dabey in die entgegengesetzte Stimmung versetzt wurde, — entstanden seyn. Beyde aber müssen, weil Harze isoliren, stehen bleiben, wenn auch der Druck bereits nachgelassen; das concentrirtere $+E$ zeigt sich dann bey der Untersuchung der gedrückten Stelle als solches. Dafs aber Harze allein diese Eigenschaft haben sollten, kann ich kaum glauben. Sie mufs allen Körpern [36 zukommen. Nur werden Harze besonders geschickt seyn, sie zu zeigen, da sie, erstens, minder hart, als Glas u. s. w., gröfsere Biegungen ertragen dem Drucke mehr nachgeben, und somit einen gröfseren Grund electrischer Spannung darstellen können, zweytens, die entstandene Electricität an ihnen, wie bekannt, sich

37] so entsteht, wo vorhin — *E*, jetzt + *E*, und hebt es auf zu Null, wo vorhin + *E*, [jetzt — *E*,] und hebt es ebenfalls auf zu Null. Der nämliche Streifen wiederholt dies eine unbestimmte Zeit lang, und damit diesen Electricitätssetzungs- und Wiederaufhebungsprocefs eben so lange,

---

weit besser und länger hält, als an Glas u. s. w. Wirklich aber ist auch schon bekannt, dafs zwey Gläser, an einander geprefst, nach dem Auseinandernehmen an beyden Druckstellen + *E* zeigen.

Lichtenberg erzählt in Erxleben's Naturlehre, 6te Auflage. S. 476., ein Phänomen, was gewissermafsen das umgekehrte von dem ist, welches Libes beobachtet hat. Er bricht Siegellackstangen entzwey, und findet gewöhnlich beyde Bruchflächen — *E*. Was waren sie aber, während dem Zerbrechen, anderes, als Aequivalente der convexen Seite des oben gebogenen Glasstreifens, der schon aus andern Gründen hier — *E* haben mufste, wie dieses Siegellack ebenfalls.

Wie leicht und sehr sich diese Electricitäten des Drucks in die der Reibung einmengen, und sie modificiren können, ist deutlich. Fast allemal müssen sie ungünstiger Art seyn, auch weifs man, dafs in den meisten Fällen ein gelindes Reiben weit vortheilhafter 37] ist, als ein mit grofsem Drucke begleitetes. Aus allem aber erhellt, dafs Reiben bey der Electricitätserregung noch etwas anderes thun müsse, als blofse gute Berührung zu setzen; die etwa durch Druck gewisser würde. Ich habe hierüber bereits einige glückliche Untersuchungen angestellt, deren Resultate ich zu seiner Zeit mittheilen werde, und die zugleich auch den Punkt aufklären werden, wie Reiben Wärme erregen könne.

Ist der schwingende Körper eine auf gewöhnliche Art gespannte Saite, so ist der electrische Procefs und der Gang desselben während ihrer Schwingung begreiflich der nämliche, so lange die Saite ein Isolator ist. Denn obgleich hier die ganze Saite, und in jedem Augenblicke, im Zustande einer künstlichen Spannung ist, die ihre Rigidität im Allgemeinen schwächt, so ist doch jede krumme Lage derselben, in die sie bey der Schwingung wiederholt versetzt wird, ebenfalls von einem Werthe gleichzeitiger mehrerer und minderer Spannung ihrer verschiedenen Saiten, und damit, (s. das Vorige), gerin- [38
gerer und höherer Rigidität, begleitet. Jede Setzung eines solchen Unterschieds ist damit zugleich electrische Spannungssetzung, und das Uebrige wie vorhin.

Ist die Saite ein Leiter, z. B. von Metall, so tritt das nämliche ein; es ist, als ob die beyden Saiten derselben, die concave und die convexe, in ihrem Nebeneinander, zu einem Werthe von Zink und Silber erhoben wären. Aber die Substanz der Saite leitet; ehe sie in die entgegengesetzte Krümmung übergegangen, sind beyde Electricitäten bereits wieder indifferentiirt. Sie sind es schon in dem Augenblicke, wo die Saite durch ihre natürliche Lage hindurchgeht, und das Folgende wird sogleich ein neuer zweyter wiederum vollständiger electrischer Procefs. Hier hat also zum Unterschiede von dem Vorgang bey Isolatoren dieses Statt, dafs die Einzelne Krümmung und Wiederstreckung der Saite schon einen vollständigen electrischen Procefs giebt, während bey letzteren erst Zwey einen ausmachen.

Ob in diesem electrischen Procefs, der sich überall, wo der natürliche Zustand eines Körpers ungleich verändert, Ungleichheit in ihm gesetzt wird, also überall, wo Körper schwingen, und zwar hier mit sehr vieler Wiederholung, realisirt, vielleicht
59] das Wesen des Tones zu suchen sey? — Eine Frage, die ich hier noch nicht streng beantworten, sondern mehr nur dazu vorbereiten will.

Zuerst besehen wir den beschriebenen elektrischen Procefs, der allem Schwingen der Körper, also auch allen dadurch hervorgebrachten Tönen, coexistirt. Er ist seinem Werthe nach ein völlig galvanischer Procefs. Denn Galvanismus ist nichts anderes, als der zusammen genommene Act electrischer Differenziirung und Wieder-Differenziirung. Wir finden, zunächst bey Leitern, dafs, so viele Schwingungen der Körper, die Stange, der Streifen, die Saite, u. s. w., in einer gegebenen Zeit macht, so viele Galvanismen gehen auch in dieser Zeit vor. Und eben so gut, wie wir sagen, die Zahl der Schwingungen mache den und den bestimmten Ton, könnten wir auch sagen, die Zahl der sich folgenden Galvanismen mache den Ton. Bey Isolatoren finden wir in einer gegebenen Zeit nur halb so viele Galvanismen, als Schwingungen, jede ganze giebt erst einen halben. Hier schiene sich der Ausdruck: Galvanism, statt Schwingung, zu widersprechen, denn bey Isolatoren kommt auf eine Schwingung, wie erwähnt, nur ein halber, und erst bey Leitern ebenfalls ein ganzer. Wir fragen aber, für was der Ton erst Ton als solcher wird und ist? — Gewifs

nur für das *Ohr*. Gerade aber die wesentlichen Theile dieses Organs sind Leiter. Ein Isolator [40 oder ein Leiter habe geschwungen, *dasselbe* Ohr vernimmt den Ton von beyden, und haben beyde nur gleich oft in gegebener Zeit *geschwungen*, so wird das Ohr von beyden auch den gleichen Ton gehört haben. Diesen Tönen haben im Ohre eine gleiche Anzahl Galvanismen correspondirt, im einen wie im andern Falle, und welcher Unterschied auch in der Zahl der Galvanismen am *zuerst* in Schwingung versetzten Körper, seiner Natur nach, geherrscht habe, im Ohr verschwindet dieser Unterschied: 128 Schwingungen = 128 Galvanismen in der Secunde geben im Ohre *C*, es habe Glas oder Stahl geschwungen.

Wollten wir jetzt ferner fragen, wie erst eine, eine gegebene Zeit lang dauernde Wiederholung dieser Galvanismen, die Empfindung des Tones bringe, so könnten wir dafür die allgemeine Analogie anführen, daſs alles, was einzeln zu schwach ist, um von uns deutlich empfunden zu werden, dessen durch seine *Succession* fähig wird. So ist die stärkste Ladung einer Leidner Flasche, die unser Auge ertragen kann, doch nicht im Stande, eine Spur von dem Blitze in ihm hervorzubringen, welchen das einzelne beynahe unendlich schwächer geladene Metallpaar schon im bekannten galvanischen Versuche so reichlich hervorbringt. So hat man Mühe, von den Conductoren groſser Electrisirmaschinen die Empfindung des Geschmacks zu bekommen, während es mit [41 zwey kleinen Stäbchen Zink und Silber so leicht ist. So fühlt man von der Entladung einer Leidner Fla-

sche noch keinen Schlag bey einer Spannung, die nicht geringer, als die einer Voltaischen Säule, ist, welche den ganzen Körper erschüttert. U. s. w. Wir müſsten von einer einzigen Schwingung, einem einzigen Galvanism, einen Ton haben, wenn einerseits es möglich wäre, den Versuch zu machen, andrerseits jene Schwingung, dieser Galvanism, stark genug wäre.

Warum aber die continuirliche Unterbrechung in jener Succession, damit wir hören? — Auch hier haben wir die schönsten Analogien dafür. Jede mit gleichem Momente ununterbrochen anhaltende Action, ist nur in der ersten Zeit ihres Eintritts einem Organe in ihrer ganzen Gröſse vernehmlich; später gewöhnt sie sich das Organ, oder dieses sich jener, an, und der Eindruck, die Empfindung, nimmt ab. So ist der Schlag einer Voltaischen Säule nur eben beym Schliessen der Kette am stärksten da. Das Gefühl der Gegenwart des Einflusses der Säule nimmt ab, je länger man im Kreise bleibt, und bald weiſs man gar nichts mehr von ihm. Zu dem allen gehört nur eine kurze Zeit, und eine um so kürzere, je schwächer die Wirkung vom Anfang an war. Das-
42] selbe hat mit dem Licht und den Farben im Auge, dem Geschmacke auf der Zunge, und zur höchsten Aehnlichkeit mit unserem Falle, auch mit den Tönen im Ohre, Statt. Die erste Zeit des Eindrucks ist überall die des stärksten, und auch auſser dem Kreise der Säule findet man dies Gesetz überall wieder. Bricht man den ersten Eindruck ab, und läſst zwischen ihm und dem zweyten eine Zeit vergehen, so klein sie auch sey, so sammelt sich das Organ wieder, und

empfängt den neuen Eindruck wieder beynahe oder wirklich ganz mit der ersten Stärke. Auch hierüber kann man am besten an der Voltaischen Säule experimentiren. Ein öfter wiederholtes Schliessen und Trennen der Kette erhält den Schlag, das Licht, den Geschmack, den Ton, u. s. w., weit länger fühl-, seh-, schmeck-, hörbar, als eine gleichförmig unterhaltene Schliessung. Wenden wir dies auf unsern hiesigen Fall an. Ein Galvanismus von der Stärke, als eine einzelne Schwingung eines Körpers von denen, deren eine Summe einen wirklichen Ton geben könnte, aber ohne Unterbrechung und Wiederkehr, würde, wenn er auch vielleicht dem Ohre wirklich im ersten Momente vernehmbar gewesen wäre, bald aufhören, es zu seyn. Das erste würde er wegen der vorhin erwähnten Succession, das zweyte aber wegen zu langem Anhalten derselben, gewesen seyn. (Man sieht, der Nutzen der Succession wird immer für das Gefühl durch dessen Abstumpfung wieder [43 beschränkt, endlich ganz aufgehoben; überhaupt entsteht er nur daher, daſs die Seele eine gewisse endliche Zeit braucht, erinnert, auf den Gegenstand gewandt zu werden, und hierauf ihn zu fassen. Während diesem Fassen aber verschwindet er ihr schon wieder. Dem trägen geht so eine Mannichfaltigkeit von Wahrnehmung verloren, die die agilere erfreut.) In den gewöhnlichen Bedingungen des Tones ist dem allen vorgebeugt. Sie verhüten den Nachtheil der Succession, indem sie ihn auf ein Kleinstes zurückbringen. Die einzelne Action, der einzelne Galvanism, wird sehr kurz gesetzt. Er wird abgebrochen, unterdessen erholt sich das Organ von der erlittenen

Ermattung, er kehrt wieder, das Organ erhält ihn, eben so ſrisch und ganz, von neuem, u. s. f. Dieses ſolgt sich sehr schnell auf einander, und diese Succession, ganz anderer Art, als die des gleichförmigen Anhaltens einer Action, hat bey weitem nicht die Nachtheile jener. Ehe sie, welche, und in bedeutendem Grade, ausüben kann, ist Zeit genug verfloſsen, damit dem Ohr mittlerweile alles geworden sey, was ihm zu werden hatte. Alle Forderungen sind erfüllt.

Der Werth des Erhaltenen bestimmt den Ton selbst, seine Höhe oder Tiefe. Bey gleicher Wiederkehr bestimmt die bloſse Stärke des Erhaltenen 44] auch wieder blos die Stärke des Tones, welcher der Höhe oder Tiefe nach derselben bleibt. Diese richtet sich einzig nach der Zeit. Eine stark schwingende Saite, ein in starke Schwingungen versetztes Gehörorgan, giebt denselben Ton, als ein schwach schwingendes. Die Zeit ist überall gleich. Der Proceſs, der einzelne Galvanismus im Ohr, hat das eine Mal so lange, als das andere, gedauert. Nur je öfter er wiederkehrt, desto höher ist der Ton. Desto kürzer damit aber ist auch der einzelne Proceſs. Desto öfter kann sich das Ohr von neuem erholen. Desto ungeschwächter empfängt es ihn immer wieder. Desto mehr kann die Seele sich dem ganzen Vorgange hingeben. Es ist merkwürdig, daſs mit dem allen, was bloſs Gradunterschied scheint, auch der Ton selbst höher ist. Der Grad der Annäherung zur Continuität der inneren Vernehmung gleichsam, und nichts anderes, erhöht, vertieft, den Ton. Je vollständiger sie ist, je näher ihre Elemente

zusammenrücken, je mehr sie, gleich den verschiedenen leuchtenden Stellen des geschwungenen Feuerbrandes, in Eins verschmelzen, desto mehr Continuität, Integrität, Gediegenheit, und Individualität, ist in ihr, im Tone. Je weniger von allem zugegen, desto mehr nimmt auch dieses ab, desto allgemeiner, unbestimmter, aufgelöster gleichsam, „tiefer," ist der Ton. Dieser zieht die Seele zu sich herab, jener sie zu sich hinauf. Vieles liefse sich hier über den [45 Gebrauch der Töne, ihrer Höhe und Tiefe nach, im Leben, sagen; wie Trauer, und Lust, ihre eigne von beyden, erstere in Moll, letztere in Dur, sich wählen, während das Erhabene, weit über beydem, nur in gröfster Allumfassung und Aufhebung jedes Unterschiedes, seines Ausdrucks Fülle zu verkünden wagt. U. s. w.

Wir könnten ferner den Tönen in ihrer Höhe bis dahin folgen, wo endlich das Intervall zwischen je zwey Schwingungen, je zwey Galvanismen, zu klein wird, um dem Ohr die nöthige Reconvalescenz zu erlauben, auch der jedesmalige Act nach und nach, selbst zu wenig Ausdehnung und Stärke hat, und überhaupt bedeutend zu afficiren. Hier verschwindet der Ton dem Ohre nach und nach völlig, der ganze Vorgang wendet sich ab von ihm, und an ein höheres Organ, — das Auge; der Ton geht über in — Licht. Wir hätten hier eine wundersame Menge von Erscheinungen vor uns, die uns dies lehren könnten und zeigen, wie nach einer ähnlichen Pause, als zwischen dem Unterschiede der einzelnen Schwingungen der Saite durch das Gesicht, und dem ersten Hören des tiefsten Tones, nachdem jetzt alle

bis zum höchsten hörbaren durchgegangen sind, der nun noch höhere im Auge in matter blauer Dämmerung als Licht auftrete, und dieses Blau sich immer mehr
46] erhelle, bis es endlich, mit immerfort gesteigerter Schwingungszahl und damit Zahl der Galvanismen, übergeht und sich völlig aufheitert zum herrlichen Roth.

Wir würden vielen Stoff haben, zu sprechen von der neuen Wiederkehr des nämlichen Gegensatzes als Farbe im Auge, den wir vorhin im Ohre als Ton verliefsen; von dem Verhältnisse des Gehörs zu dem Gesichte; von dem Verhältnisse der verschiedenen Sinne überhaupt zu einander; von ihrer verschiedenen Reconvalescibilität, wodurch selbst die Wahrnehmung durch die verschiedensten Sinne, und dieser ihre eigne Wahrnehmungsfähigkeit, nur stufenweise Verschiedenheit erhält; und wie dieselben auf der grofsen Scale sinnlicher Wahrnehmung überhaupt, gleichsam nur Octaven von einander bilden, eben so, als wieder am einzelnen Sinne, dem Gehöre z. B., die Scale seiner Wahrnehmungen in ähnliche niedere getheilt ist, und im Prismabild in den Newtonschen Farben man schicklicher solche, als die einzelnen Töne der Octave selbst, suchen könnte; wie ferner das ungetheilte Licht selbst nichts anderes sey, als dieselbe oben beschriebene Action *in puncto*, welche in der galvanischen Kette und Säule, ihrer hier erforderlichen Bedingungen wegen, in einen Raum ausgesperrt, Galvanismus heifst, und sein mittleres Oscillationsmoment dasselbe sey, was dieser auch besitzt; ja wie in letzterer Action

alle Oscillationen vorkommen, welche den verschiedenen einzelnen Sinnen entsprechen, wodurch sie von allen Sinnen vernommen zu werden, fähig ist; und endlich wie die letzten Resultate über Ton und Licht dieselben seyen, deren Vorgefühl schon die Alten bewog, den Schall bedeutungsvoll den bloſsen Affen des Lichts zu nennen.

Aber ich habe oben bereits erwähnt, daſs wir zu allem diesem hier nur verbreiten wollen. Die Ausführung bleibe daher für einen anderen Ort. Vorher wird man mit Vortheil Magazin, B. VI. S. 203 — 215 nochmals überlesen.

## XXXV.

### Schreiben an I. B. RICHTER über verschiedene galvanisch-chemische Gegenstände; — in GEHLEN's Neuem allgemeinem Journal der Chemie. B. III. S. 561 — 563.

### Inhalt.

Blaues Eisenoxyd durch Galvanismus — Suroxydirtes Silber — Suroxidirtes Bley — Andere Suroxyde — Hydrogenirtes Silber — Hydrogenirtes Kupfer — Hydrogenirtes Zinn — Hydrogenirtes Gold? — Mehrere Hydrogenationsstufen bey dem nämlichen hydrogenirten Metall.

Ungeachtet mich zeither mehr das Physikalische, als das Chemische des Galvanismus, interessirt hat, so habe ich doch über Letzteres einige Bemerkungen zu machen Gelegenheit gehabt.

Ich habe äusserst schönes fast indigblaues Eisenoxyd dargestellt. Die Vorrichtung dazu ist,

dafs man in eine etwa 6 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll weite Röhre, die etwas schief liegt, — s. Fig. 100., — zwey starke Eisendräthe *a* und *b* bringt, die Röhre zum dritten oder vierten Theile mit Quecksilber *c*, und den übrigen Raum mit reinem Wasser füllt, dann *a* mit dem — = Pole der Voltaischen Säule, *b* aber mit dem + = Pole derselben verbindet. Nach einigen Stunden findet man das Quecksilber mit dem blauen Eisenoxyd bedeckt, das als Oxyd eigentlich von der Spitze *β* des Drahtes *b* seinen Ursprung hat, an *α* aber durch partielle Reduction, oder vielmehr Desoxydation, durch Grün zur blauen Farbe zurückgekommen ist.

Ein anderes interessantes Präparat ist suroxydirtes Silber. Es bildet sich am + Polgolddrahte der Säule in jeder Silberauflösung, hat völligen Metallglanz, leitet die Electricität und den Galvanismus vollkommen, ist sehr zerreiblich, hat ein Aussehen fast wie Eisenglanz, bildet oft Spiefse oder schmale gerade Säulen von 3 bis 4 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Linie Durchmesser, und diese ganze Säule ist überall eine fortlaufende Reihe von wiederholter vollkommener Kreutzstein-Krystallisation, so dafs jeder Queerschnitt der Säule ungefähr Fig. 101. giebt. Es wäre noch vieles zur vollständigen Beschrei- [562 bung dieser Krystallisation beyzufügen; der erste beste Versuch indefs, und nöthigen Falls die Loupe, sagt mehr, als ich hier beschreiben könnte.

Dieses suroxydirte Silber, in gemeine Salzsäure geworfen, schäumt auch in der Kälte, mit gröfster Heftigkeit auf, stöfst eine Menge oxydirter Salzsäure aus, und ist beynahe im Augenblick, (wenn es ge-

pülvert ist), in Hornsilber verwandelt. Wendet man ganze Krystalle an, so hört man, selbst aus der Ferne, während dieses Processes ein starkes Knistern.

Auch das braune Bleyoxyd (suroxydirtes Bley) ist auf gleichem Wege sehr schnell zu erhalten, und zwar in schönen, metallisch glänzenden und vollkommen leitenden Continuen, die mir noch immer eine Art von gezackter Rinne zu bilden schienen. Auch dies schäumt, in der Kälte schon, mit Salzsäure auf, aber bey weitem nicht so heftig, als das suroxydirte Silber.

Andere Metallauflösungen haben mir ähnliche Producte am Oxygen- oder + Polgolddraht geliefert, doch bin ich in ihrer Untersuchung noch verhindert worden.

So wie sich Silber so merkwürdig suroxydiren läſst, läſst es sich auch hydrogeniren. Man erhält dies Hydrogensilber aus jeder so weit verdünnten Silberauflösung, daſs die Quantität Hydrogen, welche die Voltaische Säule am — Polgold- oder Silberdraht liefert, nun nicht mehr Silberoxyd genug am Orte seines Austritts vorfindet, um dies Oxyd bloſs zu reduciren; das überflüſsige Hydrogen wirft sich sodann auf das eben reducirte Silber, und stellt es unter der Gestalt von schwarzem Beschlag, Schwamm, oder schönen Dendriten am — Draht als wahres hydrogenirtes Silber dar.

Priestley schon hatte diese Substanz, und nennt sie phlogistisirtes Silber; Bucholz sah sie ebenfalls, hielt sie aber für unvollkommen hergestelltes Silber. Indeſs ist das Hydrogen vollkommen

aus ihr darstellbar, und metallisches Silber bleibt zurück.

Von hydrogenirtem und suroxydirtem Silber, zusammengebracht, u. s. w., erwarte ich aus bekannten Gründen besonders heftige Detonationen.

Auch Kupfer läſst sich unter ähnlichen [563 Umständen hydrogeniren, und liebt in diesem Zustande vorzüglich die blaue Farbe, die sich in den schönsten Nuanzen darstellt.

Mit Zinn ist es mir ebenfalls gelungen.

Den schwarzen Goldniederschlag unter Umständen, wo Hydrogenation des Goldes möglich war, habe ich noch nicht untersucht.

Silber, Kupfer, und Zinn, lassen sich, bey sehr starken Säulen, sehr starken Golddrähten (von $\frac{3}{4}$ bis 1 Linie im Durchmesser), und sehr verdünnten Auflösungen, in scharf abgeschnittenen *Graden* von Hydrogenation darstellen, und die höchste Stufe der Hydrogenation scheint, besonders beym Silber, Gas zu seyn; wie denn dieser Gaszustand höchster Hydrogenation bereits von mehreren anderen Metallen bekannt genug ist.

# XXXVI.

## Neue Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus; — in Briefen an L. W. Gilbert. Zweyter Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik. B. XIX. S. 1 — 44.

*) Anmerkung. Diese Abhandlung ist im Grunde nichts anderes, als der Auszug eines Theiles der Versuche, die ich im Junius 1804, (für 1803 siehe No. XXVI.), zur Mittheilung an das französische National - Institut, und zur Concurrenz um den vom jetzigen Kaiser Napoleon zwey Jahre früher ausgesetzten jährlichen galvanischen Preiſs, nach Paris sandte. Weder aber ist mir dieses Mal ein Abdruck jener in französischen Journalen, noch, (wie schon das vorige), eine wirkliche Preiſsvertheilung bekannt geworden. Auch betrift, wie gesagt, der Inhalt der folgenden Abhandlung nur einen Theil dieser Versuche. Die übrigen habe ich seitdem theils in andere Aufsätze dieser Abhandlungen, in meine Beyträge, und in das Electrische System der Körper, aufgenommen, theils sind auch mehrere von ihnen noch

zurück, die also bey künftiger Gelegenheit folgen sollen.

(Nebenbey bemerke ich, daſs die hier und vor No. XXVI. angeführten, die beyden einzigen Male gewesen sind, daſs ich bis jetzt um einen sogenannten Preiſs concurrirte.) —

Auch in dieser Abhandlung No. XXXVI., hatte Gilbert Einiges, doch von minderem Belange, geändert, ausgenommen, was mir schon mehrere Privatmisverständnisse veranlaſste, die Stelle über meine Bekanntschaft mit dem herrlichen W. Pfaff, den ich, nach G., persönlich kennen lernte. Ich habe aber einzig seine Schriften meinen können, die mir erst im October 1804. durch den auf sie aufmerksamer gewesenen Prof. Horkel zu Halle, dem ich in ähnlicher Hinsicht schon so Manches verdanke, bekannt wurden.

Uebrigens fällt nach voriger No. XXXVI. noch ein Brief an A. F. Gehlen, dessen Wesentliches in seinem N. A. J. der Chem. B. IV. S. 503 — 504. Anm. 12. befindlich ist, und was ich, seines Zusammenhanges wegen mit so Vielem in diesen Abhandlungen, hier wiederhole: — — „Ich komme auf ein sehr schönes Resultat, nämlich, daſs in der todten Natur die nämliche feine Beweglichkeit, Erregbarkeit, oder wie sie Sie es nennen wollen, spielt und wirkt, wie in der organischen. Winterl's begeistende Principien gehören auch dahin. Sie sind nichts, als kleine Portionen Hydrogen und Oxygen, die an ihrem

Orte aber Wunder thun; wie wir denn überhaupt finden, dafs die Natur unsere Sinne durch Kleinigkeiten, durch blofse Procente von den Dingen, zu unterhalten weifs, aus denen wir, sobald es an die Untersuchung kommt, nur äusserst wenig machen, und sie lieber gar für nichts halten, bis sie uns unversehens einmal an der Maschine einen Schlag geben, im Gewitterblitze blenden, im Donner betäuben, im Dampf ersticken. — Neulich hat Pfaff einmal sehr gut bemerkt, die gröfsten Entdeckungen wären noch immer bey den Minimis von Actionen gemacht worden. Das hat einen grofsen tiefen Sinn!" —

*R.*

---

# Inhalt.

Von der Wirkung gröfserer Voltaischer Säulen auf die Sinnesorgane, besonders auf das Auge, und von der möglichen Verstärkung des Galvanismus selbst bis ins Unendliche. — I. (Frühere Arbeiten des Verfassers, besonders das Electrische System der Körper) — Ausführung des Gegensatzes zwischen den Streck- und Beugemuskeln und ihren Erregbarkeiten — Aehnlicher Gegensatz zwischen verschiedenen Erregbarkeiten der Sinnesnerven Mittel, ihn aufzufinden — Versuche am Auge, an der Zunge, und an den Händen — Sinn für Temperatur, ein von andern verschiedener Sinn — Wie-

derholung der Versuche am Auge mit dem Lichte der Sonne — Bleibende Veränderung des Auges dadurch — II. Läſst sich die Action der Säule ins Unendliche vergröſsern, oder giebt es Grenzen, und welche sind sie — Vorbereitung zur Antwort hierauf —. Verhältniſs breiter Säulen zu schmalen, und der Leitung in beyden, und Einfluſs des feuchten Leiters, der Zunahme seiner Masse, und der Unterbrechung desselben durch trockene Leiter, auf die Leitung in der Säule — Verschiedenheit der Gesetze, nach welchen Leitung und Spannung mit der Lagenzahl wachsen, und Punkt, wo das Product aus beyden, und daher die Action, ein Gröſstes ist — Verschiedenheit dieses Punkts nach der Leitung des schlieſsenden Bogens, also auch für Schlag, chemische Wirkung, und Funken — Bestätigung an Säulen von 1000, 1200, 1500 und 2000 Lagen, mit Wasser, Kochsalz, Salmiak u. s. w. — Steigerung aller Maxima durch Verbreiterung der Säulen, und Grenze derselben — Verhältniſs der Breite zur Lagenzahl, nach welchem jedes Maximum von Wirkung ins Unendliche steigerungsfähig ist — Vorbegriff von der ungeheuren Action, deren Erreichung noch practisch-möglich ist — Reduction derselben auf die einer einfachen Kette — Daſs die Säule nur die Anstalt sey, die einzelnen Plattenpaare der vollständigen Entladung entgegen zu führen, oder dem Punkte, wo sie, alles Strebens, Spannung zu setzen, ungeachtet, doch nie zu einem endlichen Grade derselben mehr wirklich gelangen — Was für Säulen die meiste Anlage dazu haben.

N a c h s c h r i f t. Nachträge zur Geschichte der Action bey einerley Flächenwerth der Lagen, aber verschiedener Vertheilung desselben, oder dem gegenseitigen Wechsel von Lagenzahl und Breite, bey einerley Totalwerth beyder.

---

I.

Jena, den 15. November, 1804.

Ich schloſs meinen vorigen Brief, (Annalen, B. XVI. S. 319.), mit dem Versprechen, Ihnen bald eine Dar-

stellung des gesammten electrischen Systems der Körper, soweit bisherige Erfahrungen es aufzeigen lassen, mitzutheilen. Ich habe sie seitdem entworfen, mufste aber, ihrer unerwarteten Ausdehnung wegen, bald den Wunsch aufgeben, sie für Ihre Annalen 3] geignet zu sehen, weshalb sie als eignes Werk unter dem Titel: „Das Electrische System der Körper," als Ankündigung eines Systems des Galvanismus, an welchem ich seit längerem arbeite, bey Reclam in Leipzig in Kurzem erscheinen wird. Sie sind vielleicht nicht ungern früher hiervon unterrichtet, wenn ich sagen darf, mehreren Forderungen, welche einer der scharfsinnigsten Physiker unserer Zeit, Wilhelm Pfaff, in seinen beyden Schriften: Der Voltaismus. 1803., und: Uebersicht über den Voltaismus. 1804., (beyde Stuttgart bey Steinkopf, 8.), an den Galvanismus machte, bey dieser Arbeit entsprochen zu haben; eine Ueberzeugung, die mir um so angenehmer ist, da ein Zufall mich mit diesem Gelehrten erst gegen das Ende meiner Arbeit bekannt machte. Uebrigens glaube ich auf meinem Wege weniger Schwierigkeiten angetroffen zu haben, als Herr Pfaff vielleicht vermuthen mochte, wovon die Ursach darin liegen mag, dafs er den Gegenstand verwickelter nahm, als er doch wirklich war.

Aufserdem finden Sie im genannten System noch verschiedene Bemerkungen, die Sie auch, abgesehen von ihm, interessiren werden; als: S. 3—41. eine Reihe von Versuchen über die chemische Wirkung der einfachen Kette, sowohl der aus zwey festen und einem flüssigen, als der aus einem festen

und zwey flüſsigen Leitern, bestehenden; über Säulen aus Ketten letzterer Art, und den Wechsel ihrer Pole nach dem Grade der gsöſsern oder geringern Concentration der Säure oder des Alkali, welche die eine Flüssigkeit von beyden ausmacht; S. 51—55. eine andere Reihe von Versuchen über Hauff's Inter- [4 polation, (Annalen, XV. 85.), welche letztere von den Physikern aus scheinbarer Vernachläſsigung der längst bekannten Gesetze der Electricität und ihrer strengen Anwendung auf die Säule, mit zu viel Gleichgültigkeit ist aufgenommen worden; S. 64—69. Beobachtungen über das sogenannte Von-Selbst-Aufhören oder Absterben Voltaischer Säulen, obgleich an Feuchtigkeit kein Mangel ist, und ihr Bau in seiner ersten Reinlichkeit besteht; u. s. w.

Den zweyten Abschnitt, das System der Leiter, werden Sie besonders als eine neue Beantwortung der schon von Biot aufgeworfenen, aber in der Art ihrer Lösung gewiſs von ihm verfehlten Frage: welchen Einfluſs die Oxydation auf die Wirkung von Volta's Säule haben, betrachten können.

Noch finden Sie S. 11—16. einige Nachträge zu meinen Ihnen letzthin mitgetheilten Versuchen über die Stelle mehrerer Metallgemische in der Spannungsreihe der Leiter, indem ich mehrere der dortigen Versuche mit Säulen von 24 Lagen wiederholte, und treue Bestätigung alles dessen erhielt, was sich schon Annalen, B. XVI. S. 309. u. f., als Resultat ergab.

Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Erregbarkeiten thierischer Organe, von denen ich in

der Beylage zum vorigen Briefe einiges erwähnte, habe ich in B. II. St. 3. meiner Beyträge, S. 65. u. f., welches nun auch erscheint, gegeben. Ich ha-
5] be dabey den Gegensatz zwischen den Streck- und Beugemuskeln, von welchem ich Annalen, B. XVI. a. 331., sprach, umständlich entwickelt, und gezeigt, daſs jene verschiedenen Erregbarkeiten, jener Gegensatz derselben, nichts als der Gegensatz dieser selbst und ihrer verschiedenen Erregbarkeiten unter einander, ist; denn wirklich ist es allgemeines Gesetz, daſs jeder electrische und galvanische Reiz in Flexoren gerade umgekehrt, wie in Extensoren wirkt. Was jene z. B. in Contraction versetzt, thut es mit diesen nicht; was diese erhöht, deprimirt jene; was jene erhöht, deprimirt diese; u. s. f. Im lebenden Ganzen trifft man natürlich die Erregbarkeiten beyder an. Hier wirkt jeder Reiz zunächst auf die Flexoren. Eben so bey abgetrennten Organen, so lange nur irgend noch Flexoren erregbar sind. Sie aber sterben überall zuerst, die Extensoren zuletzt; So ist auch die Erregbarkeit der Flexoren überall eine beschränkte, bedingte, man könnte sagen, endliche. Für jeden Grad ihrer Erregbarkeit kann man einen Reiz von der Stärke finden, daſs er dieselbe, (ihre „Capacität"), erschöpft, und mit dem Ueberschusse über den hierauf verwandten Theil nun auf die Extensoren fällt, und hier, wie schon erwähnt, das Umgekehrte von dem thut, was er an den Flexoren verübte. Je schwächer die Flexoren schon sind, desto kleiner ist der hierzu nöthige Reiz. Sind sie endlich ganz todt, so wirkt ein jeder Reiz einzig und allein nur auf die Extensoren noch, und immer auf die nämliche Weise, bloſs der

Grad der Wirkung sinkt mit der Zeit. An eine [6 Erschöpfung der Capacität auch dieser ist dann so leicht nicht zu denken, und ihre Erregbarkeit möchte ich, im Gegensatze von jener, die unbeschränkte, unbedingte; oder allenfalls auch die unendliche, nennen, Doch auf Namen kommt so viel nicht an.

Wichtiger ist, dafs der nämliche Gegensatz, der zwischen Flexoren und Extensoren, oder, da man im Galvanismus es doch mit ihren Nerven nur zu thun hat, den Nerven von ihnen, (oder wenn der nämliche beyde versorgt, seiner diesen und jenen zugehörigen Theile, oder endlich, wie später sich findet, blofs ihrer Wirkungsarten), noch da fortdauert, wo auch alle Muskeln wegfallen, nämlich in den Sinnesnerven.

Die Versuche darüber, da man sie nur an sich selbst anstellen kann, sind etwas peinlich, und ich habe deshalb nur erst drey Sinne gehörig bearbeiten können. Die Resultate sind kurz folgende.

Sie wissen, dafs der positive Pol der Voltaischen Säule im Auge blaues Licht, der negative aber rothes Licht erzeugt, (Annalen, B. VII. S. 451.). Ich bleibe mit dem Auge am positiven Pole einer ziemlich starken Säule von 100, 150, oder 200 Lagen, befeuchte dann die Hand, welche schliefst, recht gut mit Kochsalz- oder Salmiakauflösung, armire sie gut mit Metall, und schliefse nun, zuerst bey wenig Lagen, dann fortgehend immer bey mehreren, bis endlich die ganze Säule im Kreise ist. Anfangs habe ich das nämliche Blau, wie sonst; es nimmt zu, je weiter ich gehe; endlich aber steht es still, [7 trübt sich, es wird eine gemischte Farbe grüner Art

daraus, doch nicht so bestimmt grün, als das vorige Licht blau war; dann entwickelt es sich zu Gelb *), u. s. w., bis es endlich das herrlichste Roth und von einer Intensität ist, wie ich es bisher selbst am negativen Pole noch nie gesehen habe. Trenne ich jetzt, nachdem die Schliessung einige Zeit gedauert hat, die Kette, so habe ich statt des bey schwächerer Wirkung gewöhnlichen Roth, jetzt schönes Blau zur Trennungsfarbe. Dieses wird aber schnell sehr schwach, und geht durch die nämliche Art von Grün, die ich vorhin beschrieb, in schwaches Roth über, in welchem dann das Phänomen erlischt. Das Ganze ist die Geschichte kaum einiger Sekunden. Befinde ich mich am negativen Pole, und verfahre auf die gleiche Weise, so fällt der Versuch etwas schwerer, und ich brauche mehr Lagen, bis der Wendepunkt eintritt. Er tritt aber wirklich ein, und statt des gewöhnlichen Roth bey schwacher Wirkung, habe ich das lebhafteste Blau **). Oeffne ich die Kette, so habe ich zur Trennungsfarbe erst Roth, statt
8] Blau, es geht aber bald durch den Schein von Grün über in schwaches Blau, und in dem erlischt auch dieses Phänomen.

---

*) Dieses scheint gewöhnlich in der Mitte des Auges unter der Gestalt einer runden Scheibe von etwa 3 Linien Durchmesser hervorzubrechen, und sich von hier aus auszubreiten.

**) Hier bemerkte ich nie, wie oben beym Gelb, ein Anfangen desselben in Gestalt einer, (und zwar anfangs scharf begrenzen), runden Scheibe.

Diese Versuche sind schwer, und kosten viele Ueberwindung, denn das Auge steht ungemein dabey aus; doch habe ich nichts gescheut, durch öftere Wiederholung mich des Gleichbleibens ihrer Resultate durchaus zu versichern.

Eben so gelang es auch, den *Geschmack* umzukehren. Bey sehr starker Wirkung geht der gewöhnliche saure am *positiven* Pole, (*Annalen*, B. VII. S. 448.), durch einen wahrhaft mittelsalzigen, am besten mit dem des Kochsalzes zu vergleichenden Geschmack, über die bittern brennenden *alkalischen*, und man kann ihn hier in weit gröfserer Stärke haben, als je am negativen Pole. Auch der alkalische am *negativen* Pole geht mit steigender Wirkung über in einen immer mehr zu verstärkenden *sauern*. Man fühlt sodann das Brennen und Stechen, was man bey schwächerer Wirkung hat, fast gar nicht mehr, und hält recht gut in dieser hohen Temperatur aus.

Merkwürdig ist der *Metallische* des Geschmacks, was zwar schon bey schwächern Säulen nicht zu verkennen ist, bey diesen hohen Graden galvanischer Wirkung aber noch weit deutlicher hervortritt. Man schmeckt auch sehr gut, dafs nach den Polen ein Unterschied darin ist, auch wechselt er an demselben Pole mit dem andern Character des Geschmacks, dem sauern oder alkalischen; aber, wo ist man im Stande, ihn genau zu beschreiben? — (Das Bittere des alkalischen vorerst scheint am mei- [9
sten mit dem Metallischen zusammen zu gehören.) Bey galvanischen Schlägen auf gewöhnliche Art durch beyde Hände empfangen, aber so stark, dafs man sie

nicht anders zu bekommen pflegt, als wenn man bey sehr grofsen Batterieen unvorsichtiger Weise zufällig den Kreis schliefst, bleibt jedes Mal ein solcher Metallgeschmack sehr stark und lange im Munde zurück; es ist, als ob dieser ganz mit Metallduft erfüllt wäre.

Endlich habe ich, Annalen, B. VII. S. 458., bemerkt, dafs der positive Pol Voltaischer Säulen ein merkliches Gefühl von Wärme, der negative aber von Kälte, in den dem Schlage ausgesetzten Theilen gebe. Doch auch dieses kehrt sich um, wenn man mit sehr grofsen, oder sehr stark wirkenden Säulen operirt. So unläugbar die Ordnung die erwähnte ist, so oft ich den Versuch an mäfsigen Säulen mit Kochsalz, oder auch an gröfseren mit Wasser gebauet, anstelle: so gewifs ist es, dafs, bey stärkerer Wirkung, man nichts von Wärme und Kälte unterscheidet, bey noch stärkerer aber am positiven Pole statt der Wärme Kälte, am negativen Pole statt Kälte Wärme, empfindet; und zwar bey Salmiaksäulen von etlichen hundert Lagen, und wenn man die einzelnen Finger ebenfalls damit befeuchtet hat, beydes so heftig, dafs es, besonders das Gefühl der Kälte, bis ins Peinliche geht, und volle Aehnlichkeit mit der Empfindung hat, die man be-
10] kommt, wenn man, aus einem warmen Zimmer kommend, den Finger lange in Eis oder Schnee hält.

Besonders interessant aber hierbey ist, dafs, ob man gleich blofs mit den Händen oder ihren Fingern in den Versuch eingeht, die Verwechselung der Gefühle von warm und kalt schon längst geschehen ist, ohne dafs sich noch eine Spur von Verwechselun

des allgemeinen Characters des sogenannten Schlages selbst gezeigt hat. Er bleibt, was er von allem Anfange an war, expansiv für den positiven, und contractiv für den negativen Pol, (s. meine Beyträge, B. II. St. 2. S. 30.), so weit ich auch bis jetzt noch zu gehen gewagt habe. Ich sehe dieses für einen neuen ganz hauptsächlichen Beweis für die Wahrheit dessen an, worauf ich schon in den Beyträgen, B. I. St. 2. S. 170. antrug, nämlich: dafs man den Sinn für Temperatur, (für Wärme und Kälte), wesentlich vom Gemeingefühle unterschieden, und als einen besondern Sinn, betrachten müsse.

Ich habe kürzlich versucht, die nämliche Umkehrung der Empfindungen noch mit andern Reizen als denen, die unter dem Namen electrischer oder galvanischer bekannt sind, hervor zu bringen. Schon bey der Säule beförderte es die Möglichkeit der Umkehrung, wenn ich vorher durch eine lange Reihe schnell sich folgender Schläge minderer Stärke, das Auge, die Zunge, die Finger, sehr abmattete. Ich war so ziemlich gewifs, hierdurch die bedingte Erregbarkeit, (wie ich sie oben genannt habe), zu [11 schwächen, oder auch fast ganz zu erschöpfen, um nun mit einer schwächern Action, als auf frischer That erforderlich ist, sogleich in die unbedingte eingreifen zu können. Dies brachte mich auf die Betrachtung, ob nicht alles gewöhnliche Sehen von Farben durch das Auge, zunächst von einer Einwirkung auf die bedingte Erregbarkeit desselben, (auf die, welche der der Flexoren bey Muskeln entspricht), — herkomme, und ich fragte dann, ob, wenn

man diese Erregbarkeit geschwächt, erschöpft hätte, nun nicht die umgekehrte, unbedingte, (die der Extensoren bey Muskeln,) auftreten, und alles umgekehrt werden würde, so daſs, was vorhin blau, jetzt roth, was vorhin gelb oder roth, jetzt blau erscheinen müſste.

Ich fing zuerst mit einer Wiederholung der DARWIN'schen Augentäuschungen an, (die ohnedies die höchste Aehnlichkeit mit den galvanischen Trennungsfarben, und gleichen Grund mit ihnen, haben), konnte es aber, auch der lebhaftesten Farben der Gegenstände, und eines 15, 20, ja 30 Minuten starr angehaltenen Daraufsehens ungeachtet, nicht dahin bringen, daſs sich die Farbe umgekehrt, und ich beym Wegsehen nachmals ebenfalls die umgekehrte Täuschung von der gewöhnlichen, bey DARWIN verkehrt genannten, gehabt hätte. Alles, was ich erhielt, war, daſs Gegenstand und Umgebung zu einem gleichen Teint kamen, über den es aber nicht hinausging. Die Täuschung beym Wegsehen war 12] dann anfangs kaum merklich, und wurde erst nach und nach recht stark, die umgekehrte aber war sie ebenfalls nicht.

Ich wagte also folgenden Versuch. Ich sah, indem das Auge durch äuſsere Hülfsmittel offen gehalten wurde, geradezu in die Sonne selbst, und fuhr damit, aller Empfindung ungeachtet, die nach und nach im Grunde des Auges, als brenne der Focus einer Linse darauf, entstand, 10, 15, ja bis 20 Minuten fort Dann wandte ich das Auge schnell auf ein rundes Stück sonst brennend rothen Papieres, das wohl 25 Quadratzoll groſs seyn mochte.

Das ganze Papier erschien im tiefsten Indigblau aber erst nach einiger Zeit, und ganz entwickelt, denn im ersten Augenblicke war ich blind *). Sodann fingen die Ränder dieser Fläche an, matt blau zu werden, und durch eine schnell vorübergehende Nüance von mehr Grau als Grün, gingen sie über in schwaches Roth, was nun immer mehr zunahm, dem aber eine lange Zeit noch viel daran fehlte, die Lebhaftigkeit zu haben, wie das Papier vor dem Versuche. Während dessen zog sich der gewordene blaue Kreis immer mehr ein, wurde auch matter, und das Roth trat immer weiter herein; so fuhr das Ganze fort, bis, nach Umständen, nach 5 oder [13 auch erst 10 Minuten und später, endlich ein blauer Fleck von etwa 4 Linien Durchmesser zurückblieb, der nun keiner weiteren Reduction mehr fähig schien, die schnell vor sich gegangen wäre. Gegen das Ende der sich - Zurückziehens des blauen Kreises aber trat noch eine neue Erscheinung ein. Es bildete sich in des Mitte des Blaues eine helle Stelle, die nach und nach in Goldgelb, überging, und endlich in der Mitte wie eine kleine glänzende Flamme erschien. Dies auf dem schönen blauen Grunde gesehen, und zwar auf feinem rothen Siegellack, war ein herrliches Phänomen.

---

*) Darwin sah, (s. dessen Zoonomie, a. d. Engl. von Brandis, 2te Abth. S. 548. 550.), nur so lange in die Sonne, bis sie ihm hellblau erschien. Nach den ersten Minuten kam sie mir auch so vor, nach 15 bis 20 aber war sie mehrmals schon ganz gelb geworden.

Ich wiederholte den Versuch mit dem andern Auge, um nun auf Blau zu sehen. Hier kostete es aber mehr Mühe wie vorhin, um auf ein scharfes Resultat zu kommen, um so mehr, da Sie sehen werden, wie die Maafse des Ganzen hier andere waren. Ich sah das Papier, nach einer ähnlichen kurzen Pause des gar-nicht-Sehens; wirklich roth, aber bey weitem nicht in der Höhe, wie vorhin das Rothe blau; es war etwa hoch Rosa Nach der Seite ging auch dieses Roth durch eine Art von Verwaschung nach und nach in Blau, nur in ein schwächeres, als das des Papiers vor dem Versuche, über. Was aber die Form dieses Phänomens von der des vorigen unterschied, war, dafs sogleich vom ersten Augenblicke an, in der Mitte des Roth, ein blauer und hier sehr dunkler Kreis, von wohl $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Dieser schwand aber schnell ein, und so schnell auch das 14] Roth um ihn, hatte schon früh nur noch wenige Linien im Durchschnitt, und zeigte nun dasselbe gelbe Flämmchen in der Mitte, wie der Kreis im vorigen Versuche, obgleich bey weitem nicht so grofs und schön. Er fuhr noch fort sich einzuziehen, auch das Roth um ihn wurde enger und enger, dabey aber gedrungener; endlich war das gelbe Pünktchen in der Mitte des Blau so klein, dafs es nur so eben noch zu erkennen war. Zuletzt hatte der zurückgebliebene nun sehr schön roth gewordene Kreis mit dem Blau in der Mitte, und dem ganz kleinen im Verschwinden begriffenen, (und später wirklich verschwindenden), gelben Pünktchen in dieses seiner Mitte, zusammen etwa denselben Durchmesser noch, wie oben die blaue Erscheinung mit der gelben in der Mitte, d. i., 3—4 Li-

nien. Uebrigens war in diesem Versuche, nachdem das Auge ruhiger geworden, das Blau im Roth beständig kleiner, als im vorigen das Roth im Blau.

Beyde Versuche habe ich oft wierholt, und das Erzählte ist der Erfolg, bey dem es geblieben ist. Die gefärbten Papiere u. s. w. wurden angesehen von der gewöhnlichen Sehweite aus. Zog ich zu irgend einer Zeit des Daraufsehens das Auge oder das Papier zurück, so *vergrößerte* sich die jedesmalige Erscheinung, und zwar in allen ihren Theilen; näherte ich beydes einander, so *verkleinerte* sie sich.

Wenn ich statt auf Roth oder Gelb, (denn auch dies konnte ich statt des Roth nehmen) auf *Schwarz* sah, erhielt ich, dem Wesentlichen nach, *das-* [15
*selbe* Phänomen. Statt auf Blau auf *Weifs* gesehen, ebenfalls *dasselbe*. Die Stelle des Auges, die satt Blau Roth, und statt Roth Blau sieht, hat für Weifs und Schwarz, als solche, gar keinen Sinn mehr, sie verwechselt sie nicht einmal. Das *Weisse* sieht ihr dann *roth*, das *Schwarze blau* aus, in der Mitte des Roth bildet sich der blaue Kreis mit seinem gelben Pünktchen in der Mitte, in der Mitte des Blau der rothe Kreis, und zuweilen, doch selten, auch in dieses Mitte wieder ein kleines und schwaches blaues Pünktchen.

Es sind heute 24 Tage, dafs ich diese Versuche angestellt habe. Aber noch in jedem Auge habe ich eine Stelle, die anfängliche, mit der mir alles Gelbe, Rothe, und Schwarze, himmelblau, alles Blaue, und Weifse, gelbroth erscheint, glücklicher Weise jedoch von Tage zu Tage schwächer, so dafs es jetzt nur

noch verdünnte Farben sind, und ich meistens erst eine oder zwey Sekunden auf den Gegenstand hinzusehen habe, ehe sich das jedesmalige Bild vollständig entwickelt. In den ersten Tagen aber war es so stark, daſs ich, mit anderen Dingen beschäftigt, verschiedene Male erschrocken bin, wenn ich die Flamme am Lichte, das Feuer auf dem Heerde oder im Ofen, und gleich beym ersten zufällig darauf geworfenen Blicke, in Entfernungen von mehreren Schritten, im schönsten Blau des brennenden Schwefels erblickte, und wirklich an solchen dachte. Seit etwa 12 16] — 14 Tagen indeſs ist dies ganz vorüber, und nur noch bey einiger Aufmerksamkeit sehe ich an den dünneren Theilen einer schwachen Flamme ein mattes Blau. Auch sind schon seit längerer Zeit die gelben und blauen Pünktchen aus dem mittlern blauen und rothen Kern des gröſseren rothen und blauen Kreises, letzteres länger wie ersteres, hinweg, und ich habe nur noch Roth mit Blau, und Blau mit Roth in der Mitte, wie ich das so eben vom unmittelbaren Anblicke copiren kann.

Beobachte ich unter starker unmittelbarer Erleuchtung vom Sonnenlichte, so kommt es mehr auf einen gewissen Grad der Erleuchtung, als so eben auf die Farbe des Gegenstandes, wie sie andere sehen, selbst, an, für was das Auge den Gegenstand nimmt, ob für schwarz oder weiſs, roth oder blau, dunkel oder hell, u. s. w. Ich habe bemerkt, daſs der Grad des Lichtes, der die Scheidung macht, sich geändert hat, aber ich kann nicht bestimmt sagen, ob er ausgemacht höher, oder ob er tiefer, geworden sey.

Endlich habe ich in den ersten Tagen dieser

künstlichen Verstimmung der Augen die meisten Darwin'schen Augentäuschungen wiederholt, und auch hier beständig die umgekehrten Phänomene gehabt. Auf einen zollbreiten Kreis von Blau gesehen, hatte ich während dessen, wie Sie schon aus dem Vorigen folgern können, erst Blau, dann Roth, dann wieder Blau, nach einander. Nach 3 bis 5 Minuten auf Weiſs gesehen, war die Täuschung roth, dann blau, dann [17 wieder roth. Auf Roth, (eigentlich mehr Gelb), gesehen, hatte ich, erst roth, dann blau, dann wieder roth. Nach gleicher Zeit auf Weiſs gesehen, war die Täuschung blau, dann roth, dann blau. Von Schwarz, das schwarz, dann blau, dann roth aussah, hatte ich matteres Schwarz, dann Roth, dann Blau; und von Weiſs, das weiſs, dann roth, dann blau aussah, erst matteres Weiſs, dann Blau, dann Roth. In den letzteren beyden Fällen hatte ich bekanntlich die beyden mittleren Farben, auch ohne vorher auf Schwarz oder Weiſs zu sehen; that ich dies aber, so waren sie stärker. (Die Höhe, die man bey allen Augentäuschungen um den Gegenstand hat, und die alle Mal die entgegengesetzte Farbe von der des letzteren, es sey die wahre, oder die scheinbare der Täuschung, besitzen, habe ich, als aus Darwin und Himly bekannt, übergangen.)

Alles, was nur irgend Farbe hat, dient, sowohl durch das verstimmte Auge mit der umgekehrten Farbe gesehen zu werden, als auch von dieser umgekehrten die abermals umgekehrte Täuschung zu geben. Ich habe die Versuche sogar mit den gefärbten Schatten gemacht. Eines bedaure ich nicht gethan zu haben: gleich nach langem Sehen in die Sonne, die Au-

gen auf ein Farbenbild des Prisma gerichtet zu haben. Ohne Zweifel würde ich die Farben in der umgekehrten Ordnung erblickt, und alle Folgen der Verkehrung des Auges auf Einmal übersehen haben.

18] Jetzt aber bin ich furchtsam, solche Versuche von neuem vorzunehmen; was also fehlt, überlasse ich gern anderen zur Ergänzung; denn die Absicht, aus der ich sie anstellte, hatte ich vollkommen erreicht. Es ist gewiſs, daſs das Auge, so wie es sieht, nur zu Folge eines sehr begrenzten Vermögens sieht; man kann dasselbe erschöpfen, das jenseits liegende tritt neu hervor, und giebt überall das Umgekehrte, auſser in Schwarz und Weiſs nicht, wofür es, statt analogisch Weiſs und Schwarz zu setzen, Blau und Roth setzt. Von jenen ist hier die Rede nicht mehr; eine Erfahrung, die auf die Vermuthung führt, welcher vieles entgegenkommt, daſs schon das gesunde natürliche Auge bey Schwarz und Weiſs auf ganz andere Art beschäftiget ist, als bey bloſsen Farben; welche Untersuchung Sie, weiter fortgesetzt, da finden werden, wo überhaupt, was ich hier bloſs fragmentarisch auszog, in gröſserem Zusammenhange und allgemeineren Beziehungen dargestellt ist.

Ich komme nun zum eigentlichen Zwecke des gegenwärtigen Briefes.

## II.

Die Physiker scheinen fast der Ueberzeugung, mit der Entrichtung des Tributs, den sie der Entdeckung Volta's schuldig waren, jeder auf seine Weise, fertig zu seyn. So muſs man wenigstens glauben, wenn man die Journale dieses Jahres mit denen des

vorigen vergleicht, und auch nur die Hälfte von [19
dem darin sucht, was man noch im letzten in denselben fand. Soll jede neue Entdeckung aber immer nur dazu dienen, eine alte blos zu vollenden? — Sollen wir auch für die neueste der Säule erst wieder eine noch neuere abwarten, damit wir dieselbe abermals zu nichts verwenden, als dazu, jene zu vollenden? — Diese Betrachtung wird um so drückender, da wir der Physik, genau genommen, sogar Galvani's Kette noch schuldig sind *). Noch nicht einmal diesen Nutzen hat man aus der Säule gezogen, wie er aus ihr sich wirklich ziehen läſst; geschweige, daſs man dieser selbst etwas zugethan hätte.

Ich möchte gern, was an mir ist, dazu beytragen, den bereits entfernt gewordenen Gegenstand dem Auge wieder näher zu bringen. Damit ich aber den gemachten Vorwurf mäſsige, wie ich denn überhaupt am liebsten widerlegt wäre, will ich für heute eine Seite des Gegenstandes wählen, die, vielleicht schon der äusseren Bedingungen wegen, nicht die Sache eines jeden seyn konnte. Ich will die Frage beantworten: Läſst sich die Action der Säule bis ins Unendliche vergröſsern? — Oder giebt es Grenzen dafür, und welche sind sie? — Bis jetzt war diese Frage, vielleicht die wichtigste nach der Entdeckung der Säule, [20
darum auch eine der ersten, doch immer noch ohne Antwort.

---

*) Ich glaube im Electrischen System der Körper den ersten Versuch einer vollständigen Construction derselben gemacht zu haben.

Ausgehend von den nämlichen Principien, die auch den Urheber der Säule geleitet haben, bin ich so glücklich gewesen, die Thatsachen zu finden, welche diese Antwort in sich enthalten.

Ich will Sie heute mit keinem Raisönnement beschweren; ich will es ihnen blos ganz kurz und in sofern mittheilen, als die Thatsachen, die ich ihm verdanke, damit in Verbindung stehen. Ihre Harmonie wird sie und jenes rechtfertigen.

1. Schliessen Sie eine Voltaische Säule, z. B. von 100 Lagen, mit Salmiak gebaut, durch Ihren Körper. Sie bekommen einen Schlag, und am Orte der Schliessung keinen oder einen sehr kleinen Funken. Schliessen Sie die Säule durch eine Rohre mit Wasser, die mit Golddrähten versehen ist, deren Enden im Wasser 1 Linie von einander abstehen. Sie haben ausser der Gasentbindung am Schliesssungsorte zugleich einen Funken, der gröſser ist, als der vorige, wofern überhaupt vorhin einer da war. Schliessen Sie mit einem Metalldrahte geradezu, (total), und Sie haben einen sehr groſsen Funken. Schon die wachsende Gröſse dieses Funkens zeigt, daſs der Körper schlechter leitet, als die Gasröhre, und auch diese schlechter als der Metalldraht, welcher die beste Leitung ist, die man anbringen kann. Sie sehen, daſs der jedesmalige Effect einer gegebenen Säule sich richtet nach der Güte der Leitung des schliessenden Bogens.

21] 2. Bauen Sie jetzt eine Säule von eben so viel Lagen, deren Platten durchaus von der nämlichen Dicke, aber von 10 bis 20 Mal mehr Fläche, sind, und wenden Sie, nach der Reihe, genau die

nämlichen schliessenden Bogen an. Der Schlag wird wenig, doch gewiſs um etwas, die Gaserzeugung in der Röhre um vieles, der Funken und die davon bewirkten Verbrennungen aber um ein sehr groſses stärker seyn, als bey der vorigen Säule. (Und dieses ist, nebenbey gesagt, das genaue Wirkungsverhältniſs breiter Säulen zu schmalen, wie ich es, trotz dem, was von anderen Behauptungen hierüber im Gange war, aus sehr vielem gleichzeitigem Umgange mit breiten und schmalen Säulen, beständig gefunden habe.) Nun haben genaue Beobachtungen gezeigt, (besonders die von Biot, Annalen, B. XVIII. S. 150.), daſs die Vergröſserung der Platten in die Breite die electrische Spannung nicht vermehrt; hiervon hat also der Erfolg nicht abgehangen. Wohl aber ist es seit Beccaria *) bekannt, daſs Flüssigkeiten, Leiter überhaupt, um so besser leiten, je gröſser bey gleicher Höhe, (Dicke), ihr Durchmesser ist. Mit der Breite der Säule aber sind auch in der That alle Leiter in derselben breiter geworden; damit also ist auch die Leitung, welche sie gewähren, besser geworden **). Sie sehen also als zweyte Folge, daſs, [22 bey gleichem schliessenden Bogen und gleicher Spannung einer Säule, der jedesmalige Effect sich richtet nach der Leitung, welche die Glieder der Säule, oder diese selbst, gewähren.

---

*) S. Priestley's Geschichte der Electricität. A. d. Engl. von Krünitz. 1772. S. 134.

**) Diesen Umstand hatte ich in Annalen, B. XIII. S. 64 — 67. übergangen.

3. Nehmen Sie beyde Folgerungen zusammen, so werden Sie dieselben gemeinschaftlich ausdrücken, indem Sie sagen: der jedesmalige Effect einer Säule verhalte sich bey gleicher Spannnng, wie die Summe der Leitung der Säule und des schliessenden Bogens.

23] 4. Es ist bereits in der Geschichte der Erfindung der Säule begriffen, dafs, innerhalb den Grenzen des zeitherigen Versuchs, bey gleichen Elementen der Säule, und gleichem schliessenden Bogen, die jedesmalige Wirkung wuchs, wie die Spannung wuchs. Der Schlag, die Gaserzeugung, und die Funken, sind bey 200 Lagen gröfser, als bey 100.

5. Sie werden mir zugestehen, dafs die Leitung, welche die Säule von 100 Lagen gewährte, bey weitem nicht absolut war. Wie sollte sie sonst grösser werden können, wenn Sie, statt mit Kochsalz, die nämliche Säule mit Salmiak bauen? — Nun ist aber ebenfalls seit langer Zeit bekannt, dafs ein und der nämliche Körper, bey gleichem Durchmesser um so schlechter leitet, je höher, (dicker, länger), er ist. Lassen Sie uns vorerst von den Metallen in der Säule, die man als äusserst gute Leiter anzusehen gewohnt ist, abstrahiren, und blos auf den ausgsmacht schlechteren Leiter, den feuchten, sehen. Werden nicht 100 in der Säule gegenwärtige Pappen mit Flüssigkeit, angesehen werden können als Eine Pappensäule, die 100 Mal höher ist, als die kurze Säule, welche eine einzige Pappe bildet? — Nicht 200 Pappen als das Aequivalent einer noch einmal so hohen Säule, als die von 100? — 100 Pappen, (Schichten von Flüfsigkeit,) werden also bey weitem schlechter leiten müssen, als eine einzige, 200

schlechter als 100. Obgleich also eine Säule von 200 Lagen eine gröſsere Spannung hat, als eine von 100, so wird doch, unter übrigens gleichen Umstän- [24 den, die jedesmalige Wirkung sich nicht genau verhalten können, wie die gegenwärtige Spannung, sondern um ein Gegebenes kleiner seyn müssen, als sie ohne jene Zunahme des Isolements seyn sollte.

6. Aber: es ist ein groſser Unterschied, ob die 100 feuchten Pappen unmittelbar zu Einem Contiguum vereinigt sind, oder ob sie, wie in der Säule, 100 Mal durch Leiter der ersten Klasse unterbrochen sind. Im letzteren Falle leiten sie, oder das Ganze, äusserst viel schlechter, als im ersten. Sie haben die Versuche gelesen, welche im vorigen Jahre Herr Dr. Oersted dem National-Institut für mich zu übermachen die Güte gehabt hat *). Es ist der nämliche, wenn, statt der Unterbrechung durch homogene Metalle, dieselbe, genau wie in der Säule, durch Paare differenter Metalle geschieht **). Sie wissen auch, daſs die Ladung

*) S. *Journal de Physique.* Brumaire, an XII. p. 349. etc. Einen Auszug daraus habe ich auf Veranlassung Gautherot's gleich zu Anfang jener Arbeit in Voigt's Magazin, B. VI. S. 104 — 129. und S. 181 — 201., gegeben. In den Annalen sollen sie vollständig und mit den sehr vielen neuen, die ich seit der Zeit angestellt habe, sobald es meine Zeit erlaubt, erscheinen. Ihr Umfang ist Schuld, daſs ich mein Versprechen, (Annalen, B. XV. S. 106.), nicht schon hielt.

**) S. *Journal de Phys.* l. c. p. 365. etc.

*der Metalle* die Ursache davon ist, und daſs überhaupt eine jede Voltaische Säule, sobald sie geschlos-
25] sen ist, zu betrachten ist, als eine Art von Leidener Flasche, die der Grund ihrer beständigen Wiederladung zwar in sich trägt, jedoch in keinem Augenblicke vollständig entladen werden kann, weil ihre Wirkung während der Schlieſsung gleichsam nur die Folge desjenigen Theils von + = und — = *E* ist, den die Säule, insofern sie isolirt, oder, (vergleichungsweise), wirkliche Leidener Flasche ist, ihrer überschrittenen Ladungscapacität zu Folge, nicht mehr aufnehmen kann.

7. Sie sehen also, wenn gleich die Spannung einer Säule mit der Vermehrung der Zahl ihrer Lagen beständig fortsteigt, aus eben diesem Grunde der Vermehrung letzterer, ein Isolement in der Säule, und eine Zunahme desselben, von dem jetzt bloſs noch die Frage ist: *ob es in einem schneller steigenden Verhältniſs zunimmt, als die Spannung, — oder nicht?* — Im *letztern* Falle sehen Sie allerdings die Möglichkeit, in einer Voltaischen Säule die Zahl der Lagen bis ins Unendliche zu vermehren, und damit ihre Wirkung ebenfalls immerfort zu steigern, ohne doch je ein wirkliches Maximum zu *erreichen*. Immer werden Sie mit dem Zusatz einer gegebenen Anzahl neuer Lagen bloſs nach Verhältniſs immer weniger gewinnen. Im *erstern* Falle hingegen gehen Sie allerdings einem Punkte entgegen, wo Sie mit einer endlichen Anzahl Lagen, das Product aus vorhandener Spannung und Leitung, was die jedesmalige Action giebt, gröſser finden, als irgend früher, d. i., bey weniger, — oder

später, d. i., bey mehr Lagen. Bis zu diesem Punkte mufs die Action der Säule in beständigem Wachsen seyn, an diesem Punkte selbst gleichsam stille stehen, über diesen Punkt hinaus aber wieder abnehmen, u. s. w.

8. Es stand vorhin die Frage, welcher von beyden Fällen der wahre sey? — Ich mufs sogleich sagen, dafs die Erfahrung sich für den ersteren erklärt habe, und somit für alles, was mit ihm gegeben war. Ehe ich indefs die Versuche selbst [26 anführe, schicke ich noch einiges voraus, wodurch auch das Detail derselben sogleich mit verständlich wird. Wir sahen im Verlauf dieses Raisonnements, dafs von der Leitung im Kreise einer geschlossenen Säule auch die des schliessenden Bogens ein sehr zu beachtender Theil sey. Wir sahen in §. 1., dafs der menschliche Körper, um den Schlag zu empfangen, gewöhnlich ein schlechterer Leiter sey, als die oben beschriebene Gasröhre, und diese wiederum ein schlechterer, als der Metalldraht, mit der man die Säule schliefst, um Funken oder Verbrennungen zu erhalten. Im nämlichen Verhältnifs also steigt auch die Summe der im Kreise vorhandenen Leitung. Es folgt hieraus, dafs dasjenige Totum von Leitung, was mit der vorhandenen Spannung ein Maximum von Product zu geben hat, für den Schlag auf eine weit höhere Spannung fallen, d. i., bey weit mehr Lagen erst eintreten müsse, als für die chemische Wirkung in der Gasröhre, dafs es aber dennoch für diese wieder von neuem bey einer weit höheren Anzahl Lagen eintreten müsse, als für die Funken oder die Verbrennungen; dafs also das Maxi-

mum der Verbrennungen dasjenige sey, was man zuerst Hoffnung zu finden habe, daſs sodann bey mehreren Lagen daſs der chemischen Wirkung, und zuletzt daſs des Schlages, oder auch, wie man etwas unbestimmt zu sagen pflegt, das der physiologischen Wirkung, folge. (Alles unter der Voraussetzung, daſs das Verhältniſs der Leitungen der schliessenden Bogen so bleibe, wie es in §. 1 und 2. angegeben wurde; denn leiteten z. B. alle Bogen gleich gut, so würden alle Wirkungen ihr Maximum bey einer und derselben Lagenzahl haben.)

27] 9. Lassen Sie uns sehen, wie die Erfahrung, an deren Hand ohnehin schon unser Raisonnement ging, wieder mit demselben zusammentreffe. Doch werden Sie sehr bald bemerken, daſs, bey aller allgemeinen Gültigkeit desselben, die Zahlen, welche ich für die Lagen u. s. w. anzugeben habe, bloſs für meine Experimente, und für diejenigen Umstände, unter denen ich sie anstellte, ganz genau seyn können. Sie werden nach unvermeidlicher Aenderung jener leicht auch auf kleine Aenderungen in diesen stoſsen, Sie bemerken indeſs von selbst, daſs dies auf die Sache selbst, von der Seite, von welcher wir hier sie zu nehmen haben, von gar keinem Einflusse seyn kann.

Meine Zink- und Kupferplatten sind genau so groſs, dick, u. s. w., als ich sie in Annalen. B. VII. S. 373., beschrieb; die Pappen, vermittelst welcher ich die Flüssigkeit zwischen die Metalle bringe, haben die Dicke einer Linie, und ohngefähr $1\frac{3}{4}$ bis

2 Quadratzoll Flächeninhalt; eine Säule von 100 Lagen hat die Höhe von 20 Zoll.

Der Schlag wird nach der jedesmaligen Stärke und dem Angriffe des Körpers, die chemische Wirkung nach der Stärke der Gasbildung in der oben beschriebenen Gasröhre, und die Energie des Funkens nach der Gröfse des Lochs, welches das runde Ende des 1 Linie dicken Eisendrahts bey der Schliessung des Kreises in ein am jedesmaligen + Pole hängendes Goldblatt, oder auch, wenn die Action stärker ist, in ein solches Blatt dünner Messingfolie, (bey immer gleich veranstaltetem Versuche), brennt, geschätzt.

10. *A.* Ich baue 1000 Lagen Kuper, Zink, und Pappe, welche mit einer Brühe aus Kochsalzauflösung, Lackmusdecoct, und Rindsgalle befeuchtet sind, die besser lei- [82
tet, als blofse Kochsalzauflösung. Ich vertheile sie in 10 kleine Säulen, jede von 100 Lagen, und verbinde sie dann auf die bekannte Weise zu einer einzigen grofsen Säule. An das obere, (nach meiner Bauart das Zink-), Ende jeder einzelnen kleinen Säule hänge ich ein Goldblatt auf, und fange nun an, erst 100, dann 200, dann 300 Lagen, und so fort, in den schliessenden Kreis zu nehmen. So finde ich ein Maximum der Verbrennungen bestimmt zwischen 200 und 300 Lagen; über diese hinaus wird zwar der Funke, (mit Eisen gegen Eisen genommen), noch eine Zeit lang dem äussern Anscheine nach gröfser, aber er verliert immer mehr an Energie, (am Goldblatte), bis zuletzt alle 1000 Lagen zusammen kaum noch eine Spur von wahrer Verbrennung

geben, und die geringe Wirkung des Funkens auf das Goldblatt eine bloſs noch mechanische zu seyn scheint. *)

Die chemische Wirkung, geprüft mit der mehrmals erwähnten Gasröhre, nimmt, von 100 Lagen ausgegangen, Säule für Säule zu, doch nach und nach um immer weniger, und bey 600 Lagen gewöhnlich, steht sie, mit der Erreichung eines Ma-
29] ximums für diese ganze Batterie, still. 700, 800 Lagen, und so fort, wirken schon wieder schwächer, und alle 1000 schon beträchtlich schwächer, als vorhin bloſs 400.

Was den Schlag betrift, so wächst seine Energie 100 für 100, herauf bis zu 1000, und es gehört alle Anstrengung dazu, um seine Empfindung zu überwinden, wenn man auch die mit Eisen armirten Hände bloſs mit Wasser befeuchtet hat. Ein Maximum desselben aber, nach welchem er dann wieder abnähme, trift man nirgends, auch wächst derselbe, Säule für Säule, selbst zuletzt noch so, daſs man vermuthen muſs, es liege noch beträchtlich über die 1000 hinaus. Ich habe Säulen gleicher Construction von 1500 Lagen untersucht, auch durch Reihen von 40 bis 50 Personen untersuchen lassen, aber, obgleich hier der Schlag endlich fürchterlich war, lieſs

*) So zerschlägt, zerschmettert, der Funke schon mäſsig geladener einzelner Leidener Flaschen ein Goldblatt am Entlader, während die 10 und 20 Mal stärkere Ladung einer sehr groſsen electrischen Batterie, bey schwacher Spannung, kaum eine Spur davon heraus brennt oder schwitzt.

sich doch noch keine Spur von einem solchen Maximum unterscheiden, wie bey der chemischen Wirkung, und den Verbrennungen, so außerordentlich gut.

*B.* Bauete ich eine Säule ähnlicher Größe mit bloßer Kochsalzauflösung, so fand sich das Maximum der Energie des Funkens ganz bestimmt bey 200 Lagen; bey 300 war es überschritten, und die Action schon geringer, die immer mehr abnahm, und zuletzt das Goldblatt noch bestimmter als in *A.*, bloß mechanisch etwas afficirte.

Das Maximum der chemichen Wirkung lag schon bey 500 Lagen; 1000 wirkten nur noch wie 300. [30

Ein Maximum des Schlages war indessen hier so wenig wie vorhin aufzufinden.

*C.* Ich errichtete, (am 15. März, 1804.), nachdem ich Vieles des Folgenden schon an gleichen Säulen von 1000 und 1200 Lagen gehabt hatte, mit Hülfe sehr vieler Hände eine von 2000 Lagen Kupfer, Zink, und kalter concentrirter Salmiakauflösung. Das Ganze stand binnen ½ Stunde, und mußte binnen solcher Zeit stehen, weil bekanntlich die stärkste Wirkung von Salmiaksäulen nur in die erste oder höchstens die zwey ersten Stunden ihrer Existenz fällt, und für die Versuche verloren gewesen wäre, wenn wir jener Eil uns nicht bedient hätten.

Hier hatten die Funken ihre stärkste Energie, ihr Maximum, erst zwischen 600 und 800 Lagen, von wo sie nun erst anfingen, an Kraft abzunehmen.

Ein Maximum der chemischen Wirkung war aber innerhalb sämmtlicher 2000 Lagen nicht mehr aufzufinden. Noch bey den letzten Hunderten wuchs sie, 100 für 100, um so viel, daſs, aller früheren Analogie nach, eher als bey 4000 bis 6000 Lagen, keines zu hoffen stand.

An ein Maximum des Schlages war vollends nicht zu denken. Es ist hier rein unmöglich, auch nur mit trockenen Händen den Schlag bis 2000 herauf zu verfolgen. Eine Kette von 50 Personen, ebenfalls nur trocken und schwach verbunden, würde sehen auf das stärkste erschüttert. Sie werden bald schon, daſs die Analogie wenigstens 31] 18000 bis 20000 Lagen giebt, bey welchen erst, wenn anders es einem Menschen möglich wäre, den Schlag auszuhalten, das Maximum desselben erreicht seyn könnte.

*D.* Ich bauete jetzt eine Säule von 1000 Lagen, näſste die Pappen aber mit bloſsem Brunnenwasser.

Ein Maximum des Funkens war hier, mit völliger Genauigkeit des Orts, nicht aufzufinden. Nirgends hatte er Kraft genug, ein Loch in Goldblatt zu brennen, welches eine Vergleichung erlaubt hätte. Mit Eisen gegen Eisen genommen aber, war er schon bey 150 bis 200 Lagen ganz ohne rothe Seitenstrahlen, (ohne sprühenden Stern), und bildete mehr oder weniger ein bloſses blaues Kügelchen, welches wuchs, und immer blauer und zugleich dünner, durchsichtiger, wurde, bis er dann bey 1000 Lagen, auch seinem schwachen Geräusche nach, die höchste Aehnlichkeit mit einem sehr kleinen Funken einer sehr

kleinen schwach geladenen Leidener Flasche hatte. Sie sehen also schon den äusseren Kennzeichen nach eine immer fortgehende Abnahme des Funkens, die bereits bey 150 Lagen gewifs ist, und das Maximum seiner Energie zum mindesten schon in der Gegend von 100 Lagen, wenn nicht sicher von noch weniger, vermuthen läfst.

Schliefse ich mit der Gasröhre, so scheint, wenn ich jedesmal nur kurze Zeit mit ihr im Kreise verweile, die Wirkung von 100 zu 100 eher zu wachsen, als irgendwo abzunehmen, obgleich diese allmälige Zunahme wenig beträgt, und zwischen 100 und 1000 Lagen keinen beträchtlichen Unterschied [32 macht. Dies hat man indefs als einen ganz besondern Umstand zu betrachten, der leicht Täuschung verursachen, und, ohne Weiteres, glauben machen würde, als widerlegte diese Säule plötzlich Alles, was die vorigen so schön auswiesen; und als fehlte es hier, wo die Leitung so viele Male schlechter ist, wie bey den andern Säulen, ganz an einem Maximum der chemischen Wirkung. Man lernt indefs den wahren Grund sogleich kennen, wenn man mit der Gasröhre länger im Kreise verweilt. Sie bemerken dann, dafs es nur die auch nach 3, 5 bis 8 Minuten noch fortdauernde Action ist, welche Sie in Anschlag zu bringen haben. Sie finden, dafs nur die ersten 100 bis 200 eine solche fortdauernde Action geben, dafs aber, wie Sie weiter heraufkommen, diese nach sehr schneller Abnahme bald ganz fehlt, und Sie bey 1000 Lagen endlich auch nicht eine Spur von fortdauernder Wirkung mehr haben, und Sie nach Oeffnung der Kette 10 bis 15 Minuten

und länger verziehen müssen, bis Sie bey der neuen Schliessung wieder welche bekommen können. Sie sehen, daſs diese groſse Säule von 1000 Lagen mit Wasser, sich selbst zugleich die Stelle einer Ladungssäule vertritt, daſs Sie in den angeführten sonderbaren Versuchen zuletzt bloſs diese entluden, und daſs Sie zu einer neuen Wirkung es erst abwarten muſsten, bis sich diese, insofern sie Ladungssäule war, aus sich selbst, insofern sie primitive Voltaische war, wieder geladen hatte; ein Umstand, über den ich mich bey der ferneren Verfolgung meiner vor dem Jahre dem National - Institut mitgetheilten Er-
33] fahrungen über die Ladung der Leiter und der Mittheilung des Ganzen in diesen Annalen, zu seiner Zeit weiter verbreiten werde.

Was endlich die Schläge betrift, so werden Sie, wenn Sie mit trockenen armirten Händen operiren, sie von 100 zu 100 herauf bis zu allen 1000 wachsen sehen, ohne je auf einen Punkt zu stoſsen, wo nach einem Maximum derselben, sie wieder abnähmen. Befeuchten Sie indeſs die Hände bloſs mit Wasser, nehmen die eisernen Armaturen wieder in sie, und schlieſsen: und Sie finden endlich ein Maximum des Schlages, das erste, was Sie von *A*. an antrafen, und zwar bereits zwischen 600 und 700 Lagen, oder wenn die Hände nicht sehr feucht waren, auch erst bey 800, doch hier ganz gewiſs. Bey 900 und 1000 Lagen sind die Schläge schon an Energie wieder schwächer. Nässen Sie jetzt die Hände mit Kochsalzauflösung, Sie finden das Maximum nicht mehr bey 700 bis 800, sondern bestimmt zwischen 500 bis 600. Nässen Sie dieselben mit Sal-

miakauflösung, und schon bey 300 und 400 Lagen treffen Sie es an. In allen diesen Versuchen nimmt der Schlag, nach erreichtem Maximum, schnell an Energie ab, aber wiederum tritt ein Umstand ein, der Sie indeſs bey näherer Aufmerksamkeit ebenfalls nicht täuschen wird. Die Schläge nehmen, je höher Sie ausser die Grenzen des Maximums der Energie derselben kommen, an Extensität zu; sie verbreiten sich mehr über den ganzen Körper, aber Sie werden finden, wie sie dabey immer tauber, gehaltloser, leerer gleichsam, werden, [34 bis sie endlich von den Schlägen einer sehr kleinen aber stark geladenen Leidener Flasche, kaum im geringsten mehr zu unterscheiden sind. Kommen Sie jetzt von den 1000 Lagen schnell zurück auf nur 300 oder 400, und Sie werden den Abstand wahrer Stärke fühlen, der zwischen beyden Statt findet, ohngeachtet der letztere Schlag sich bey weitem nicht so über den ganzen Körper ausbreitet, wie ersterer. Dies alles wenigstens ist die treue Copie der Beobachtungen, so wie mir eine solche Säule mit Wasser noch am 10 May 1804 geliefert hat.

11. Ich habe eine Unendlichkeit von Erscheinungen nicht berührt, die sich bey Säulen, deren Lagenzahl sich bis zu 1000, 1500, und 2000, erstreckt, gleichsam von selbst darbieten; doch gehörten sie nicht wesentlich zu dem, was die angeführten Beobachtungen darthun sollten. Was ich nicht in der Folge dieses Briefes noch mitzutheilen habe, werde ich künftig nachholen.

Jetzt ersuche ich Sie bloſs, sich an die ersten §§. dieses Briefes zurückzuerinnern, und selbst zu

entscheiden, was sich gegenseitig besser commentirt hat, die Versuche das Raisonnement, oder dieses die Versuche. In der That ist es nichts, als eine gute Anwendung der Gesetze der Leitung, die alles aufklärt, und auch diejenige Frage zu ihrer Antwort geführt hat, mit der ich oben diesen Gegenstand begann.

Lassen Sie uns weiter Gebrauch davon machen.

35] 12. Ich erwähnte oben, daſs in der That die Verbreiterung der Säulen alle Wirkungen derselben vergröſsere. Dies ist so wahr, daſs ich mich dreist auf die Resultate des ersten besten Versuchs berufen kann, den Sie mit gleich hohen Säulen, von gleich viel Lagen, (etwa 100), machen werden, wovon die eine nur 1½ bis 2 Zoll, die andere aber 5 bis 6 Zoll, im Durchmesser hat, es sey nun, daſs Sie beyde mit Wasser, oder mit Kochsalz, oder mit Salmiak, gebauet haben. Doch werden Sie für den Schlag, und für die Wasserzersetzung, das Wachsthum der Wirkung mit der Breite der Säulen in den beyden ersten Fällen deutlicher haben, als im letzteren *). Denn offenbar wächst die Summe der in die Versuche eingehenden Leitung bey der Säule der ersten Art in einem stärkeren Verhältniſs, als bey der letzteren, und überhaupt um so mehr, nach Verhältniſs je schlechter, bey gleichen Dimensio-

*) Besonders von den Schlägen ist anzumerken, daſs der Unterschied ihrer Energie um so mehr heraustritt, je feuchter zum vergleichenden Versuche die Hände sind, und je besser die Flüssigkeit leitet, mit der sie befeuchtet sind.

nen, die Flüssigkeit leitet, mit welcher Sie die Säule baueten.

Je gröfser die Platten sind, das heifst hier, je gröfser die Flächen sind, mit denen sie an den feuchten Leiter anschliessen, desto später treffen Sie auch jedes gegebene Maximum irgend einer Wirkung an, ob sie gleich, in ihrer Folge auf einander, genau [36 die angegebene Ordnung fortbefolgen. Nehmen Sie in *D* die Platten noch einmal so grofs, und Sie finden alle Maxima nahe um das Doppelte später. Nehmen Sie in *A* noch einmal so grofs, und Sie treffen das Maximum der Energie des Funkens nicht mehr zwischen 200 und 300, sondern in der Gegend von 500 Lagen. Das der chemischen Wirkung sind Sie gewifs, mit 1000 Lagen noch nicht überstiegen zu haben. Nehmen Sie sie *C* noch einmal so grofs, und das einzige Maximum, das der Energie des Funkens, was vorher zwischen 600 bis 800 fiel, fällt jetzt weit über 1000 hinaus.

Sie haben vielleicht nicht sogleich so viele noch einmal so grofse Platten bey der Hand. Theilen Sie also z. B. die 20 kleinen Säulen, in welche in *D*. die 2000 Lagen vertheilt sind, in 2 Reihen, lassen Sie die Säulen jeder Reihe für sich auf die gewöhnliche Art unter einander verbunden; verbinden Sie aber überdies noch die beyden äufsersten positiven Pole der zwey Reihen durch einen Draht, und die beyden äufsersten negativen Pole derselben ebenfalls durch einen. Schliessen Sie vom gemeinschaftlichen Einen Pole nach dem gemeinschaftlichen anderen, und Sie haben genau die Phänomene einer Säule von nur 1000, aber noch einmal so grofsen, Lagen. Ich

werde dieses damit ausdrücken, daſs Sie 2000 Lagen à 1000 gleichnamig verbunden hätten, und Sie wissen, was ich künftig unter ähnlichen Ausdrücken verstehen kann. (Vergl. Annalen, B. XIII. S. 60.).

13. Sie sahen aus dem Vorigen, daſs eine grössere Breite die Maxima jeder Wirkung weiter hinaus rücke. Damit sind zugleich diese Maxima selbst weit
37] gröſser, als bey schmalen Platten, wie dies schon aus dem Einfluſs der Breite hervorgeht, wenn man auch auf die gröſsere Lagenzahl, die sie erlaubt und fordert, keine Rücksicht nehmen wollte. Indeſs hat doch jede bestimmte Lagenzahl auch bestimmt eine Grenze der Breite, die nicht überschritten werden darf, wenn kein unnöthiger Aufwand von Materialien geschehen soll. Diese Grenze liegt um so näher, je besser die Flüssigkeit, welche die Plattenpaare scheidet, leitet. Von neuem aber fällt sie wieder um so weiter hinaus, je besser die Leitung des Bogens ist, mit dem in dem Versuch, für den man die Säule, wünscht, geschlossen werden soll. So würde sich zu Metallreductionen eine weit breitere Säule gebrauchen lassen, als zur bloſsen Zersetzung des reinen Wassers, weil dieses weit schlechter leitet, als die Auflösungen, in denen die Metalle zur Reduction in den Kreis der Säule gebracht werden.

Sie sehen ein unendliches Feld offen, mit beständiger Grenze — ohne Grenze. Möchte es demjenigen, der Volta's Abhandlungen mit so scharfsinnigen Entwickelungen begleitete, gefallen, auch diesen Beobachtungen den Calcul anzulegen! Die Ein-

fachheit desselben wird alle Unendlichkeit des Details besiegen.

14. Sehen wir jetzt mit Einem Blicke auf das Ganze zurück.

Es ist wahr, bey bestimmten Dimensionen der Elemente einer Säule, hat ihre Action allerdings Grenzen, die sich nicht überschreiten lassen. Für jede gegebene Höhe der Säule giebt es [38 indefs eine bestimmte Breite derselben, bey welcher sie ein Maximum von Wirkung bringt, dessen Vortheile man durch jede Ueberschreitung des einen oder des anderen beeinträchtiget, sobald man eines ohne das andere vergröfsert. Vergleiche bereits Annalen, B. XIII. S. 33. Es giebt aber ein Verhältnifs, nach dem man *beyde zugleich und geradezu bis ins Unendliche* vergröfsern kann, ohne auf andere Schranken zu stofsen, als die, welche unsere Willkühr oder unsre individuelle Ohnmaht setzen könnte.

Ob das Erreichte aber immer nur ein blofser hoher Anblick für das Auge bleiben — oder, ob es endlich auch, dem Physiker ein Mittel werde, Wunder zu erklären, dem Chemiker eines, Wunder zu thun? — Das alles bedarf wohl gegenwärtig keiner besonderen Antwort mehr. Fragen Sie den Chemiker, ob er in seinen Processen wohl jemals in so kleinem Raume die so ungeheure Action sah. welche Sie ihm zeigen können, wenn Sie eine Säule von 2000 Lagen, deren Platten nur zwey Zoll grofs, und mit Salmiakauflösung geschichtet sind, mit der Gasröhre schliessen? — Sie selbst, so vorbereitet dar-

auf, werden dennoch gleichfalls davon überrascht seyn. — Vergröſsern Sie diese Platten nur zum Durchmesser eines Fuſses, und wenn Sie auch vorher nur die Feuerkraft einer Säule von 100 Lagen eines halben Fuſses gesehen hätten, werden Sie es ahnen, daſs Sie auf dem Wege sind, den Himmel zu
39] beschämen. Denken Sie sich eine Säule von der Schlagweite eines Fuſses, ja nur eines halben Fusses *), — und diese Säule von der Breite, die ihrer Höhe, (ihrer Spannung), zugehört, und es ist gewiſs, daſs diese Säule die stärksten Ausbrüche des Himmels, die ohnehin nur momentan sind, an Kraft weit überträfe. Ja, es ist selbst zu vermuthen, daſs diese Rechnung nach irgend einer Seite hin falsch sey, d. i., daſs, wenn wir uns selbst in die höheren Sphären des Galvanismus weiter hinauf wagen werden, wir entdecken werden, daſs was wir nach ihr noch so weit entfernt glaubten, in einer Nähe liege, die allerdings erreichbar genug für uns ist, um ein Beyspiel aufzustellen, was noch keine Geschichte gegeben hat, das erste nämlich, durch die Kunst die Natur an Gröſse zu übertreffen.

15. Entschuldigen Sie diesen Enthusiasmus, den einzigen, der dem Physiker geziemt, durch folgende Betrachtung, als die würdigste, mit der ich den gegenwärtigen Theil meiner Mittheilungen zu schliessen weiſs.

Indem Sie die Säule im Zustande ihrer Schlies-

---

*) Volta und Van Marum haben die Data zu solchen Rechnungen geliefert.

sung betrachten, lehren Sie schon die Phänomene des Becherapparats, dafs die Action, welche Sie bey der Schliessung, z. B. durch eine Gasröhre, in dieser Röhre erhalten, auch im Apparate, in der Säule selbst, so oft schon vorkomme, als so viel die Säule Lagen hat. In gewissem Sinne war es also nur die Action einer einzigen Lage, die Ihnen, auch bey der gröfsten Säule die Action gab, wel- [40
che Sie bey ihrer Schliessung wahrnahmen. Es hat blofs der Unterschied Statt, dafs, hier, dieses Eine Plattenpaar in Gemeinschaft mit sehr vielen andern, in der wirklichen einfachen Kette aber, für sich allein, wirkt. Nun wird Sie aber ein strenger Calcul, in der Säule in der That nichts anderes sehen lassen, als die Anstalt, das eine Plattenpaar, was, für sich zur Kette geschlossen, so wenig Wirkung gab, zum Maximum der Wirkung, die in ihm überhaupt begründet war, zu bringen, welches, wie Sie ebenfalls finden werden, aber nur dadurch möglich wurde, dafs zu gleicher Zeit eine sehr grofse Menge anderer ebenfalls dazu kamen, also, dafs die Verbindung dieser ganzen grofsen Menge plus jener zu Einem Kreise, das Mittel war, durch eben diese Menge jedes einzelne Glied derselben zu steigern. Das ganze Geheimnifs, wie dies zu geschehen pflegt, werden Sie in dem entdecken, was bereits oben die Frage des §. 7., in §. 9. u. f. entschied: mit andern Worten, in dem äusserst einfachen Umstande, dafs, und insofern, unterhalb einem gegebenen Punkt, das Product aus der vorhandenen Leitung und der Zahl der Lagen, bey $x$ Lagen gröfser ist, als bey $x - 1$ Lagen. Die hohe Wirkung, wel-

che Sie im Kreise der Säule wahrnehmen, ist also im Grunde nichts, als die Wirkung einer einzigen Lage, welche sie für sich allein schon äussern würde, wenn der feuchte Leiter, der die Kette schliefst, so gut leitete, als die Summe desselben, wenn eine sehr grofse Menge Ketten zu Einer verbunden sind, 41] — wegen des Soulagements, was das Eingreifen so vieler Lagen und deren Spannungen in sie, gewährt, zu leiten gezwungen ist; — ein Soulagement, dessen möglicher guter Einfluſs auf die Action der Säule und jede einzelne Kette in ihr, zuletzt erst durch den letzten Grad der Leitung, die das einzelne Plattenpaar für sich gewähren kann, beschränkt seyn kann. „Findet daher Einen Leiter der zweyten Klasse, der so gut leitet, als das Plattenpaar, was ihr entladen wollt, oder — leitet selbst so gut, — und vom allereinzigen Plattenpaare werdet Ihr einen Schlag bekommen und einen Funken, wie von der stärksten Säule. Doch seyd zufrieden, daſs Ihr schlechter leitet; der Schlag würde Euch tödten und der Funken verzehren. Ein allereinziges Stück Zink oder Silber, von Euren Händen in Berührung gebracht, würde ein Donnerwetter." — Sie glauben es nicht? — Werfen Sie einen Doppellouisd'or, diese kleine Metallscheibe, in ein Glas mit concentrirter Salzsäure, berühren sie unterhalb der Säure mit einer dünnen Stange Zink, und Sie sehen als Folge der Schliessung dieser einzigen so kleinen Kette, eine Gasentbindung am Golde, gröſser als sie Ihnen alle oben beschriebenen Säulen, die in *C.* allein ausgenommen, liefern werden; und doch ist die Leitung dieser Säule noch immer nichts, gegen die,

welche ein schwacher Metalldraht gewährt. Schliessen Sie irgend eine Säule beträchtlicher Breite mit einer Röhre von Salzsäure. Die Säule ist noch nicht total geschlossen. Denn wenn Sie innerhalb der Säure die Dräthe in Berührung bringen, schlägt noch [42 ein Funken über. Der viel schmälere Metalldraht aber schloſs total, und Sie werden kaum die Säule finden, wo er es nicht mehr thäte. Hätte man den Versuch mit einer Kette aus Gold, Silber, und Salpetersäure, welchen der verstorbene Fontana bereits in seinen *Recherches physiques sur la nature de l'air nitreux*, à Paris 1776. 8., (s. die Uebersetzung von von Wasserberg, Wien, 1777. 8. S. 123.), beschrieb, und der auch mich auf den vorhin erzählten Versuch und andere, leitete, früher analisirt, so würde, was ich Ihnen heute schrieb, bereits vor 20 Jahren nicht mehr neu gewesen seyn, und die Vorstellung, die Sie von der Wirkung einer Säule haben, die bey nur 2000 Lagen, statt mit Salmiak, mit Sauren construirt ist, von dieser selbst schon übertroffen seyn.

---

## Nachschrift.

Erlauben Sie mir noch einige Erläuterungen zum völligen Verständnisse der Frage in §. 7.: **ob das Isolement in einer gegebenen Säule in einem schneller steigendem Verhältnisse zunehme, als die Spannung, oder nicht?** — auf deren Beantwortung so viel ankam. Nicht selten leidet gerade unter der Präcision der Facten, die ihres gemeinschaftlichen Ausdrucks. Ich will es daher, auf den Fall, daſs mir dies widerfahren wäre, versuchen, auf den letztern durch Aufführung mehrerer Facten hinzuleiten, die geschickt seyn werden, ihn zu geben.

43] Nehmen Sie $x$ Platten von der Fläche $y$; $x$ wird zugleich den Werth der Gesammtspannung jener Platten ausdrücken. Nähme nun das Isolement in einer Säule, in einem nach demselben Gesetze wachsenden Verhältnisse zu, in welchem die Spannung zunimmt, so würde es z. B. in der Reihe $x \cdot y$ ; $\frac{1}{2}x \cdot 2y$ ; $\frac{1}{4}x \cdot 4y$ ; $\frac{1}{8}x \cdot 8y$ ; . . . . . $\frac{1}{m}x \cdot my$, nie geschehen können, daſs Sie auf einen Punkt stieſsen, wo die Action, welcher Art sie auch sey, an einem Punkte innerhalb der Reihe gröſser wäre, als an ihrem An-

fange. Nähme hingegen das Isolement in der Säule, nach einem Gesetze zu, wonach es schneller wüchse, als die Spannung, so würden allerdings solche Fälle vorkommen können, und, wenn $x$ grofs ist, vorkommen müssen. Und zwar wird dann, da es hierbey noch auf den schliessenden Bogen, und dessen Leitung oder verhältnifsmäfsiges Isolement, ankommt, dieser Punkt für die Energie des Funkens mit einem kleinern Coefficienten von $x$ und einem gröfsern von $y$, eintreten müssen, als für die chemische Action, und für diese wieder bey einem kleinern, als für den Schlag.

Nun nehmen Sie aber für $x$ die 1000 Lagen in $A$. Verbinden sie à 500 gleichnamig. (Sie wissen, dafs diese Lagen dadurch gleich werden einer Säule von $\frac{1}{2}x$ Lagen mit $2y$ Fläche.) Die chemische Action bey $\frac{1}{2}x \cdot 2y$ ist nicht kleiner, aber auch nicht eben so grofs, sondern gröfser, auch wächst sie durch $\frac{1}{3}x \cdot 3y$; $\frac{1}{4}x \cdot 4y$; $\frac{1}{5}x \cdot 5y$, u. s. f., hindurch bis zu $\frac{1}{10}x \cdot 10y$. Eben so wächst auch die Energie des Funkens damit. Der Schlag allein nimmt die ganze Zeit hindurch ab.

$x$ sey gleich den 2000 Lagen in $C$. Hier fällt bey der Verkleinerung von $x$ und der Vergröfserung von $y$, gar kein Wachsen der chemischen Wirkung vor, höchstens schien sie bey $\frac{1}{2}x \cdot 2y$ noch so grofs, wie bey $x \cdot y$; von hier an aber nimmt sie schnell ab, und ist bey $\frac{1}{20}x \cdot 20y$ am schwächsten, wie- [44 wohl immer noch viel stärker, als bey $\frac{1}{20}x \cdot y$. Auch der Schlag nimmt durch die ganze Reihe dieser Aenderungen hindurch ab. Die Energie des Funkens hinge-

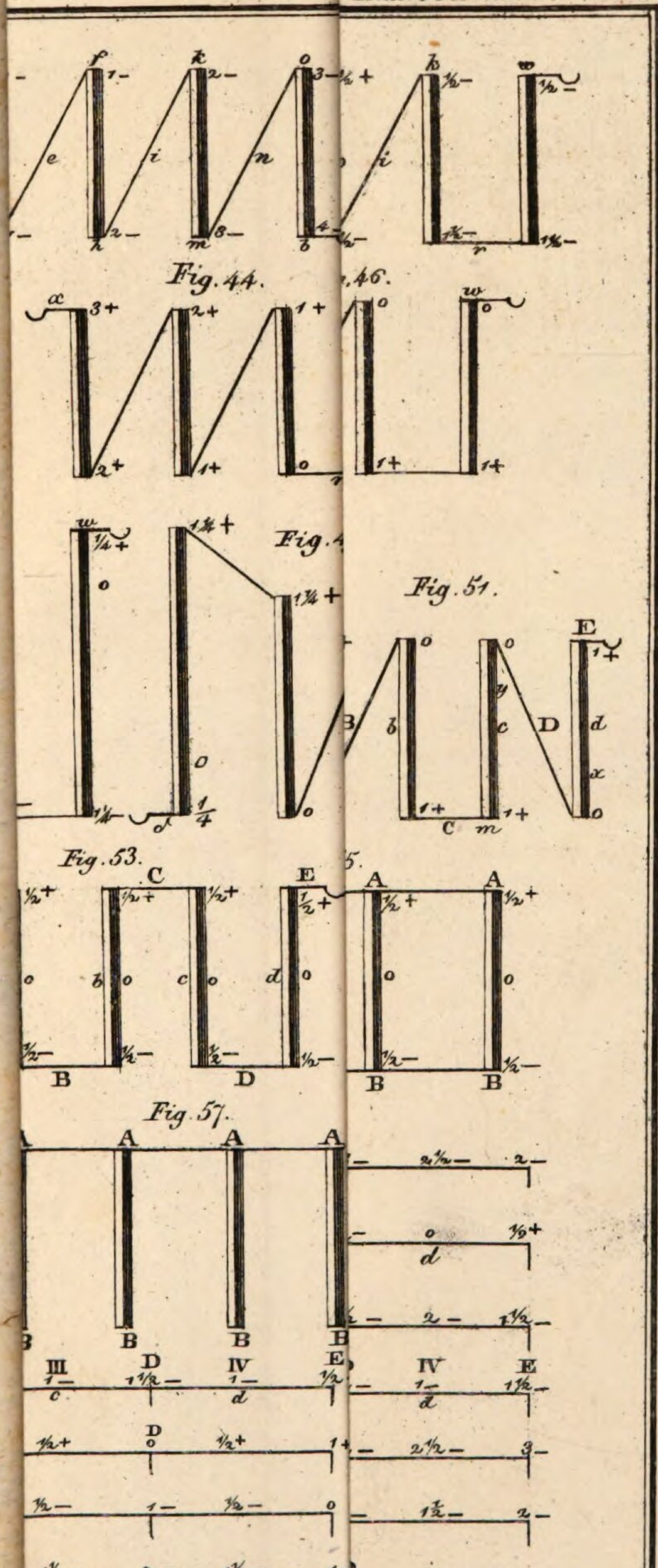
gen nimmt Schritt für Schritt zu, und ist bey $\frac{1}{20}x \cdot 20y$ gröſser, als sonst wo.

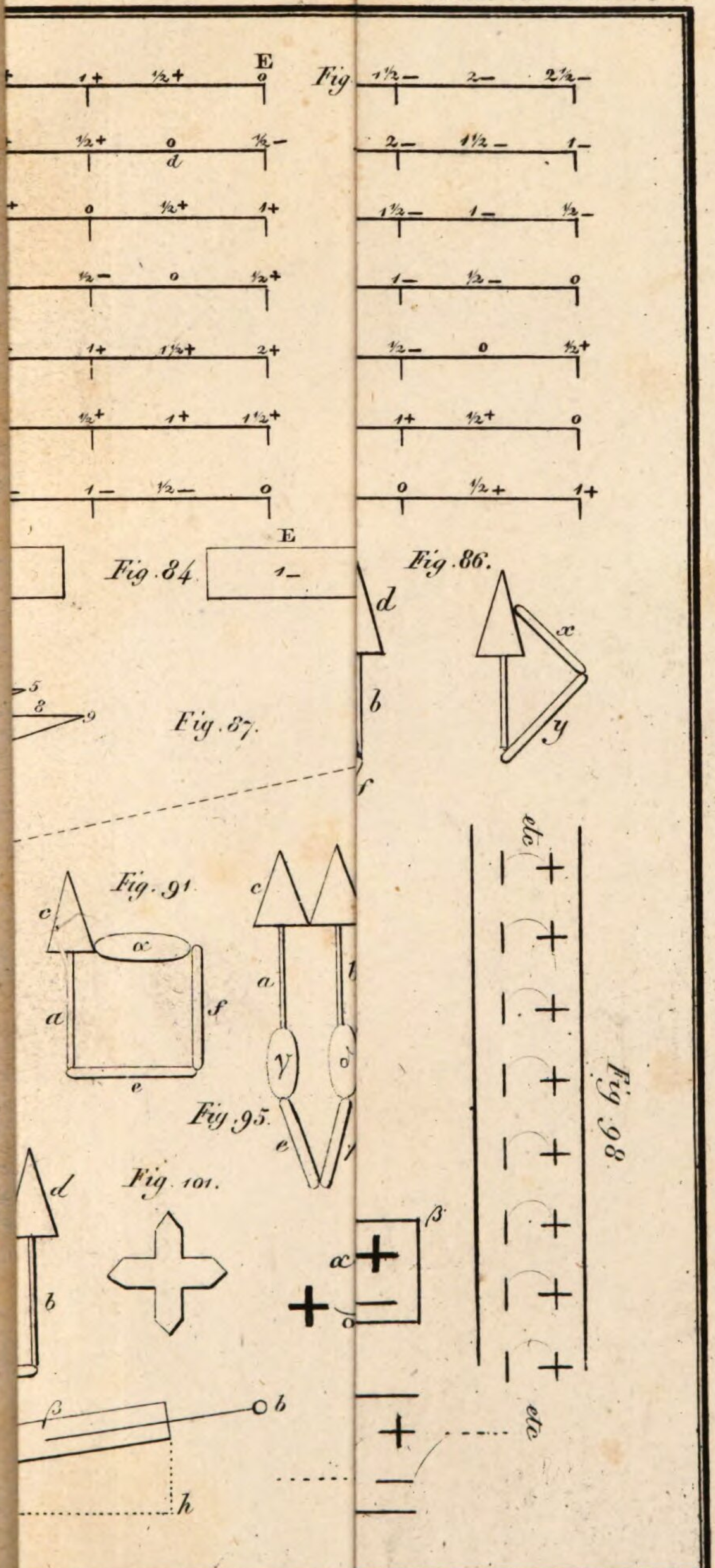
Ist $x$ gleich den 1000 Lagen in *D.*, so nimmt mit der Verkleinerung von $x$ und der Vergröſserung von $y$, nicht bloſs die Energie des Funkens und die chemische Wirkung auſserordentlich zu; sondern es ist auch bey $\frac{1}{2}x \cdot 2y$ der Schlag stärker, als bey $x \cdot y$, und erst bey $\frac{1}{4}x \cdot 4y$ oder $\frac{1}{5}x \cdot 5y$ nimmt er wieder ab bis herunter zu $\frac{1}{10}x \cdot 10y$.

Da noch für die Energie des Funkens die Wiederabnahme nach erreichtem Maximum mit $\frac{1}{n}x \cdot ny$ fehlt, so führe ich noch an, daſs in Versuchen, wo $x = 48$, $y = 36$ Quadratzoll, und der feuchte Leiter Salmiak, war, $\frac{1}{2}x \cdot 2y$ wieder schwächere Funken gab, als $x \cdot y$, und $\frac{1}{4}x \cdot 4y$ wieder schwächere, als $\frac{1}{2}x \cdot 2y$.

---

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN


Fig. 44.
Fig. 51.
Fig. 53.
Fig. 57.


Fig. 84.
Fig. 86.
Fig. 87.
Fig. 91.
Fig. 95.
Fig. 98.
Fig. 101.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ritter, Johann Wilhelm,

Physisch-chemische Abhandlungen in chronologischer Folge

Bd.: 3

Leipzig (1806)

Phys.g. 377-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131874-3